GUIA DIDACTICA

sctm04

sociedad, ciencia, tecnología y matemáticas 2004

MODULO 1

Matemáticas y Sociedad

22 de marzo - 16 de abril de 2004

Aula Magna de las Facultades de Matemáticas y Física

http://www.anamat.ull.es/sctm04

extensión universitaria
Universidad de La Laguna

Cursos Universitarios Interdisciplinares 2004

Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales

Universidad de La Laguna

Curso Universitario Interdisciplinar
"Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas" 2004
Guía Didáctica del Módulo 1

Coordinadores de Edición

M. Isabel Marrero Rodríguez
Juan D. Betancor Ortiz
Juan A. García Cruz
José M. Méndez Pérez
M. Edith Padrón Fernández
Rodrigo Trujillo González

Diseño y maquetación

M. Isabel Marrero Rodríguez

La Laguna, marzo de 2004

Índice

Presentación

Curso Universitario Interdisciplinar
"Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas" 2004

Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales
Universidad de La Laguna

Objetivos

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

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

Oferta formativa

El curso forma parte de la Oferta Oficial de Créditos de Libre Elección de la Universidad de La Laguna y tiene una carga lectiva de sesenta horas (seis créditos). Se estructura en dos módulos optativos e independientes de treinta horas (tres créditos), distribuidos en quince sesiones de dos horas cada una, de acuerdo al siguiente calendario:

Módulo 1: Matemáticas y Sociedad
22 de marzo – 16 de abril de 2004, de 17:30 a 19:30 horas*.

Módulo 2: Matemáticas, Ciencia y Tecnología
22 de octubre - 12 de noviembre de 2004, de 17:30 a 19:30 horas.

* Los viernes 26 de marzo y 16 de abril, de 16:00 a 18:00 horas.

Contenidos

El módulo 1, *Matemáticas y Sociedad*, reflexionará sobre las matemáticas como elemento de creación cultural y analizará los modelos matemáticos propios de las ciencias sociales y económicas. El módulo 2, *Matemáticas, Ciencia y Tecnología*, expondrá diversas aplicaciones tecnológicas e industriales de las matemáticas y tratará algunos aspectos de su interacción con las otras ciencias experimentales: física, astrofísica, biología y química.

Profesorado

El curso se concibe como un ciclo de conferencias. Cada tema será impartido por expertos de reconocido prestigio en la materia correspondiente, vinculados a las siguientes entidades e instituciones: Grupo *Analistas Financieros Internacionales* (AFI); Institutos Canario de Estadística (ISTAC), de Astrofísica de Canarias (IAC), y Universitario de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (IUSIANI); Freudenthal Instituut (Universidad de Utrecht, Holanda); Universidades de La Laguna, Autónoma de Madrid, Granada, País Vasco y Sevilla; New Mexico State University (New Mexico, USA); Consejo Superior de Investigaciónes Científicas (CSIC); Real Sociedad Matemática Española (RSME); Sociedad Canaria *Isaac Newton* de Profesores de Matemáticas; y Fundación Canaria *Orotava* de Historia de la Ciencia. 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 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.

Lugar de celebración

Todas las sesiones del Curso tendrán lugar en el Aula Magna de las Facultades de Matemáticas y Física de la Universidad de La Laguna.

Certificado de Asistencia

Habrá un control de asistencia en cada módulo. La Universidad de La Laguna, por medio del Vicerrectorado de Extensión Universitaria, expedirá gratuitamente un *Certificado de Asistencia* a los alumnos matriculados que hayan atendido como mínimo al 80% del total de horas del módulo. Para obtener este certificado no es necesario someterse a prueba de evaluación alguna.

Convalidación por Créditos de Libre Elección

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

Según esta normativa, los alumnos cuya asistencia haya sido inferior al 80% de la carga lectiva de un módulo figurarán en acta con indicación de *no presentado*. Aquellos que, contando con una asistencia mínima del 80%, superen además la correspondiente prueba de evaluación, recibirán un *Certificado de Asistencia, Aptitud y Convalidación por Créditos de Libre Elección*, expedido por el Vicerrectorado de Extensión Universitaria, en el que figurará toda la información del módulo y la calificación obtenida, según escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa: *0-4.9, suspenso (SS); 5.0-6.9, aprobado (AP); 7.8-8.9, notable (NT); 9.0-10,* *sobresaliente (SB)*. Quienes no realicen o no superen esta evaluación recibirán únicamente el *Certificado de Asistencia*.

La prueba de evaluación 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*.

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

- Se presentará una memoria por cada módulo cursado.
- Cada memoria constará de quince apartados, uno por cada una de las sesiones del módulo. En cada uno de estos apartados figurará un resumen del contenido de la conferencia correspondiente junto con una sucinta valoración personal de ésta, que deberá incluir una ponderación del nivel de satisfacción alcanzado respecto a las expectativas creadas así como las reflexiones que haya podido suscitar.
- 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.

El siguiente cuadro recoge el calendario para la evaluación:

Módulo	Fecha límite para la entrega de memorias	Fecha de realización del examen
1	martes, 27/04/2004	martes, 18/05/2004
2	martes, 23/11/2004	martes, 14/12/2004

Las memorias se presentarán en las Secretarías de los Departamentos de Análisis Matemático o Matemática Fundamental, sitas, respectivamente, en las plantas quinta y tercera del Edificio Blanco de la Facultad de Matemáticas, en horario de 8:00 a 15:00 (lunes a viernes), a la atención de los coordinadores del módulo correspondiente.

Los exámenes tendrán lugar en el aula 2.2 de la Facultad de Matemáticas, a las 17:30 horas.

Organización

El presente curso forma parte de la programación de *Cursos Universitarios Interdisciplinares 2004* del Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales de la Universidad de La Laguna. Colaboran en su organización la Facultad de Matemáticas y los Departamentos de Análisis Matemático y Matemática Fundamental de esta

Universidad, así como la Real Sociedad Matemática Española y la Fundación Canaria *Centro de Investigación Matemática de Canarias*.

El Equipo Coordinador del curso está integrado por los siguientes profesores de la Universidad de La Laguna:

Directora: M. Isabel Marrero Rodríguez, Profesora Titular de Análisis Matemático

Coordinadores módulo 1:
Juan D. Betancor Ortiz, Profesor Asociado de Análisis Matemático
Juan A. García Cruz, Profesor Titular de Didáctica de la Matemática
Rodrigo Trujillo González, Profesor Titular de Análisis Matemático

Coordinadores módulo 2:
M. Isabel Marrero Rodríguez
José M. Méndez Pérez, Catedrático de Análisis Matemático
M. Edith Padrón Fernández, Profesora Titular de Geometría y Topología

Para más información sobre los aspectos académicos del curso, consultar la página web http://www.anamat.ull.es/sctm04 o contactar con el Equipo Coordinador a través del correo electrónico sctm04@anamat.csi.ull.es.

Matrícula

La matrícula se formalizará en el Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales, C/. Viana, 50, 38201 La Laguna (Tenerife), de 9:30 a 13:30 horas (lunes a viernes), hasta el día anterior al comienzo de cada módulo. Las tasas de matrícula son las siguientes:

Un módulo (30 horas - 3 créditos):
- Estudiantes, desempleados, jubilados: 46,20€.
- Profesorado y PAS de la Universidad de La Laguna: 52,80€ - 59,40€ [consultar].
- Tarifa general: 66,00€.

Dos módulos (60 horas - 6 créditos) [curso completo]:
- Estudiantes, desempleados, jubilados: 87,78€.
- Profesorado y PAS de la Universidad de La Laguna: 100,32€ - 112,86€ [consultar].
- Tarifa general: 125,40€.

Para más información sobre los aspectos administrativos del curso, dirigirse al Vicerrectorado de Extensión Universitaria y Relaciones Institucionales a través del teléfono 922 319 616, de 8:00 a 15:00 horas (lunes a viernes).

Programma

Módulo 1: *Matemáticas y Sociedad*

Lunes, 22 de marzo

17:30 19:30

Cervantes, el Quijote y las matemáticas

Luis Balbuena Castellano

Catedrático de Enseñanza Secundaria, IES Viera y Clavijo (La Laguna, Tenerife)

Martes, 23 de marzo

17:30 19:30

Los matemáticos accidentales

Josefina Alvarez

Professor of Mathematics, New Mexico State University (New Mexico, USA)

Miércoles, 24 de marzo

17:30 19:30

Matemáticas y música

J. Carmelo González Dávila

Catedrático de Geometría y Topología, Universidad de La Laguna

Jueves, 25 de marzo

17:30 19:30

Matemáticas como recurso para economía

Concepción N. González Concepción

Catedrática de Economía Aplicada, Universidad de La Laguna

Viernes, 26 de marzo

16:00 18:00

Matemáticas y seguros

José L. Fernández Pérez

Catedrático de Análisis Matemático, Universidad Autónoma de Madrid
Director de Consultoría de Riesgos, Grupo Analistas Financieros Internacionales

Lunes, 29 de marzo

17:30 19:30

La estadística oficial en Canarias

Alvaro A. Dávila González

Director del Instituto Canario de Estadística

Martes, 30 de marzo
17:30 19:30
El potencial de los entornos de geometría dinámica para la enseñanza de las matemáticas en la educación secundaria: algunos ejemplos
Matías Camacho Machín
Profesor Titular de Didáctica de la Matemática, Universidad de La Laguna

Miércoles, 31 de marzo
17:30 19:30
Las matemáticas que se esconden en los instrumentos
Carlos Mederos Martín
Profesor de Enseñanza Secundaria, IES Viera y Clavijo (La Laguna, Tenerife)

Jueves, 1 de abril
17:30 19:30
El problema de la determinación de la longitud y su relación con la altura del Teide
Francisco La-Roche Brier
Profesor Titular de Análisis Matemático, Universidad de La Laguna

Viernes, 2 de abril
17:30 19:30
El vientre de un arquitecto
Raúl Ibáñez Torres
Profesor Titular de Geometría y Topología, Universidad del País Vasco

Lunes, 12 de abril
17:30 19:30
Aportaciones de la historia de las matemáticas a la educación moderna
Martin Kindt
Profesor-Investigador, Freudenthal Instituut, Universidad de Utrecht (Holanda)

Martes, 13 de abril
17:30 19:30
La convergencia europea: retos y oportunidades para los estudios de matemáticas
Adolfo Quirós Gracián
Profesor Titular de Álgebra, Universidad Autónoma de Madrid

Miércoles, 14 de abril
17:30 19:30
Matemáticas, sociedad y cultura
Antonio J. Durán Guardeño
Catedrático de Análisis Matemático, Universidad de Sevilla

Jueves, 15 de abril

17:30 19:30

Modelos matemáticos para afrontar problemas de optimización en diversas aplicaciones prácticas

Juan J. Salazar González

Profesor Titular de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de La Laguna

Viernes, 16 de abril

16:00 18:00

Matemáticas y género: una aproximación histórica

Inmaculada Perdomo Reyes

Profesora Asociada de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universidad de La Laguna

Módulo 2: *Matemáticas, Ciencia y Tecnología*

Viernes, 22 de octubre

17:30 19:30

De cómo toda ciencia exacta está dominada por la idea de aproximación

Ramón A. Orive Rodríguez

Profesor Titular de Matemática Aplicada, Universidad de La Laguna

Lunes, 25 de octubre

17:30 19:30

Modelización y simulación numérica de campos de viento orientados a procesos de contaminación atmosférica

Rafael A. Montenegro Armas

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

Director de la División de Discretización y Aplicaciones del Instituto Universitario de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Martes, 26 de octubre

17:30 19:30

Nuevas oportunidades para la investigación matemática en el siglo XXI

Manuel de León Rodríguez

Profesor Investigador, Instituto de Matemáticas y Física Fundamental, Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Miércoles, 27 de octubre

17:30 19:30

Simulación de desactivación y regeneración de reactores catalíticos

Andrea Brito Alayón

Catedrática de Ingeniería Química, Universidad de La Laguna

Jueves, 28 de octubre
17:30 19:30
Aplicación de los métodos matemáticos semi-integrales y de convolución a la ciencia electroquímica
Manuel J. Barrera Niebla
Profesor Titular de Química Física, Universidad de La Laguna

Viernes, 29 de octubre
17:30 19:30
La química y las matemáticas: resolución de demandas sociales
Miguel A. Rodríguez Delgado
Profesor Titular de Química Analítica, Universidad de La Laguna

Martes, 2 de noviembre
17:30 19:30
Buscando lo óptimo: de la reina Dido a la carrera espacial
David Martín de Diego
Científico Titular, Instituto de Matemáticas y Física Fundamental, Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Miércoles, 3 de noviembre
17:30 19:30
Caos en sistemas biológicos
Néstor V. Torres Darias
Profesor Titular de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de La Laguna

Jueves, 4 de noviembre
17:30 19:30
Las matemáticas en la heliosismología
Clara Régulo Rodríguez
Profesora Titular de Escuela Universitaria, Universidad de La Laguna
Investigadora, Instituto de Astrofísica de Canarias

Viernes, 5 de noviembre
17:30 19:30
Geometría para entender el Universo
Alfonso Romero Sarabia
Catedrático de Geometría y Topología, Universidad de Granada

Lunes, 8 de noviembre
17:30 19:30
La geometría de Gauss y Riemann: algunas aplicaciones a la física
Domingo Chinea Miranda
Catedrático de Geometría y Topología, Universidad de La Laguna

Martes, 9 de noviembre
17:30 19:30
Métodos matemáticos en astrofísica
Emilio Casuso Romate
Investigador Asociado, Instituto de Astrofísica de Canarias

Miércoles, 10 de noviembre
17:30 19:30
Volcanes, terremotos y matemáticas
José M. Lorenzo Salazar
Estudiante de Tercer Ciclo del Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, Universidad de La Laguna

Jueves, 11 de noviembre
17:30 19:30
Enredo y teleportación cuántica
Santiago Brouard Martín
Profesor Titular de Física Aplicada, Universidad de La Laguna

Viernes, 12 de noviembre
17:30 19:30
Análisis de señales neurofisiológicas
José L. Sánchez de la Rosa
Profesor Titular de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de La Laguna

Cervantes, Don Quijote y las matemáticas

Luis Balbuena Castellano

Catedrático de Enseñanza Secundaria, IES *Viera y Clavijo*, La Laguna
Miembro de la Sociedad Canaria *Isaac Newton* de Profesores de Matemáticas

Resumen

La primera edición de la inmortal obra de Miguel de Cervantes *El Ingenioso Hidalgo Don Quijote de la Mancha* se realizó en 1605. Por tanto, en el año 2005 se celebrará el cuarto centenario de este acontecimiento cultural. Desde el campo de las matemáticas podemos hacer un homenaje tanto al autor como a la obra tratando de escudriñar aspectos que puedan tener relación con nuestra área.

La vida de Cervantes es una cadena de episodios, muchos de ellos novelescos, de los que se puede deducir, con los datos que se tienen, que no fue un científico en sentido estricto, pero sí una persona de una curiosidad intelectual que plasma luego en sus obras. Tampoco debió estudiar matemáticas en el sentido que hoy lo concebimos, porque en su época de estudiante no existían condiciones mínimas para ello.

¿Cómo eran las matemáticas en su época? ¿Quiénes fueron sus contemporáneos y qué aportaron? El desarrollo de la matemática en España era un tanto peculiar si se tiene en cuenta cuáles eran las necesidades del momento, especialmente de la Corona que, en definitiva, era la que impulsaba la vida económica y social. La existencia de sabios como Jerónimo Muñoz o la creación por Felipe II de instituciones como la Academia de Matemáticas de Madrid eran condiciones necesarias para el desarrollo científico en nuestro país, pero no suficientes.

En *El Quijote* se nombra a las matemáticas como disciplina y se hace uso de aspectos matemáticos con frecuencia: números, sistema monetario, medidas tradicionales, aparatos útiles en la navegación, el sol, el cielo, … Expondremos contextos en los que se nombran esos términos que nos permitan, además, hacer un recorrido por la obra utilizando la “hebra” matemática como guía del viaje.

Los matemáticos accidentales

Josefina Alvarez

Professor, Department of Mathematical Sciences, New Mexico State University (Las Cruces, New Mexico, USA)

Resumen

¿Quiénes son estos matemáticos accidentales? Pueden ser cajeros, vitivinicultores, azulejistas, pintores, bordadores, ... Si les preguntáramos, probablemente dirían que no tienen ninguna afición por las matemáticas, que en realidad no saben nada de ellas. Pero ¿de qué matemáticas están hablando? No deben de ser las ideas matemáticas profundas, interesantes, útiles, que emergen de sus propias tareas y aficiones. De algunas de estas ideas es de lo que vamos a hablar. Quiero mostrarles con ejemplos el poder de las matemáticas como una eficiente herramienta en otras ciencias, el sentido común que hay en ellas, y su vigencia en un mundo cada vez más aferrado a la tecnología. Precisamente es examinando los avances tecnológicos que uno puede ver claramente el papel fundamental que juegan en ellos las matemáticas. En esta ocasión vamos a mirar con algún detalle el proceso por el cual una imagen aparece en la pantalla de un ordenador.

La palabra fotografía proviene del griego *phōs* (luz) y *graphos* (escrito). Literalmente quiere decir "escrito por la luz". Este nombre tiene sentido cuando pensamos en hacer una fotografía con una cámara usual. Pero ¿cuál es el proceso que permite mostrar una imagen en la pantalla de un ordenador? Puesto que un ordenador sólo entiende de números, la imagen que vemos en la pantalla debe de ser el resultado de ciertas interacciones entre luz y números. Pensándolo bien, la idea del color es muy compleja y bastante difícil de describir en palabras o de cuantificar. Veremos a lo largo de nuestra historia diferentes métodos usados por artistas y por científicos para describir el color. Con el objeto de mantener las cosas bajo control, no nos referiremos a los procesos físicos y químicos por los cuales los números se convierten en colores visibles en la pantalla. Los libros *Colour: Why the world isn't gray* [5] y *El arte del color* [2], analizan la idea del color desde muchos puntos de vista y son una excelente introducción a esas cuestiones.

Déjenme incluir aquí algunas de las preguntas que consideraremos. ¿Cómo es que un ordenador maneja los colores? ¿Cómo se representan? ¿Cuál es el trabajo de diseñar las letras y símbolos que aparecen en la pantalla? Para ayudarme con las explicaciones, voy a contar con la colaboración de varios matemáticos accidentales. Por ejemplo Angela Otero, una psicóloga aficionada al bordado a punto cruz, cuya página [4] ha recibido premios muy merecidos. No, no estoy bromeando; ya verán cómo el bordado a punto cruz es una metáfora estupenda para analizar el diseño por ordenador. Otro de nuestros matemáticos accidentales será Chuck Close, un pintor que hace enormes retratos, usando la misma idea de resolución que es fundamental en la formación de imágenes en una pantalla. Close explica sus retratos enrejillados con estas palabras [1, p. 10]: "... La idea de pintar una cara grandísima me abruma. No estoy seguro de cómo puedo producir una nariz a esa escala. Pero si divido la imagen en pequeños trozos, entonces puedo transformar cada decisión que tengo que tomar en muchas, pequeñas, decisiones...". Chuck Close emplea frecuentemente lienzos enormes, que llena de trazos coloridos. Para enfatizar algún rasgo especial, Close usa a veces rejillas oblicuas o circulares, quizá con cuadrículas de tamaños diferentes. En el libro que acabo de citar, escrito por J. Greenberg y S. Jordan [1], pueden encontrar reproducciones de muchas de las pinturas de Close, con explicaciones de las técnicas usadas por el artista. Otro matemático accidental a quien también veremos en la trama es Pierre Bézier, un ingeniero diseñador de carrocerías de automóviles, quien años más tarde recibiera un doctorado en matemáticas por su trabajo revolucionario. Sí, todos ellos van a ser protagonistas de la historia que les voy a contar. Y hay más personajes. Por ejemplo el matemático ruso Sergei Natanovich Bernstein, quien inventó unos polinomios muy interesantes mientras trabajaba en curvas de esperanza de vida para una compañía de seguros. Fueron Bézier y su contemporáneo, el matemático Paul de Faget de Casteljau, quienes dieron a estos polinomios de Bernstein una vida famosa en el mundo del diseño.

Si les pica la curiosidad, les recomiendo que miren los libros de P. B. Meggs [3] y E. Satue [6], que pueden servir como excelentes introducciones a nuestra historia. Ya les daré otras referencias en su momento. Aquí los dejo hasta entonces.

Referencias

[1] **J. Greenberg, S. Jordan:** *Chuck Close, up close*. DK Publishing, Inc., 1998.
[2] **J. Itten:** *El arte del color*. Limusa, 1992.
[3] **P. B. Meggs:** *Historia del diseño gráfico*. Trillas, 1997.
[4] **A. Otero:** *El rincón del punto cruz*, http://www.geocities.com/rinconpuntocruz.
[5] **H. Rossotti:** *Colour: Why the world isn't gray*. Princeton University Press, 1985.
[6] **E. Satue:** *El diseño gráfico desde los orígenes hasta nuestros días*. Alianza, 1988.

Matemáticas y música

Sobre la contribución de las matemáticas a la teoría del sonido

J. Carmelo González Dávila

Catedrático de Geometría y Topología, Departamento de Matemática Fundamental, Universidad de La Laguna

Resumen

En tiempos de la antigua Grecia, la Música no sólo se consideró como una expresión artística de las Matemáticas, sino que su estudio y análisis estuvieron siempre ligados a la Teoría de los Números y a la Astrología. De hecho, para los griegos la teoría matemática de la Música formaba parte de una teoría general de la *Armonía del Cosmos*. Pitágoras y sus discípulos, en especial Arquitas de Tarento, Aristógenes, Aristósteles y Claudio Ptolomeo fueron algunos de los filósofos y astrólogos más relevantes que profundizaron en los intervalos musicales como fuente de nociones matemáticas y de importantes extrapolaciones científicas y cosmológicas.

La Música también ocupó en la Edad Media un importante papel, formando parte de las materias de las *Ciencias del Quadrivium*, que comprendía Aritmética, Geometría, Astronomía y Música. Muchos de los avances y descubrimientos relacionados con la Música en su dimensión más general, esto es, como *el arte de bien combinar el sonido con el ritmo*, han sido abordados por matemáticos y desde las Matemáticas.

En esta charla se tratará únicamente un aspecto muy particular de la teoría y práctica musical, que ha tenido en las Matemáticas su principal fuente de entendimiento y progreso: la *Teoría del Sonido*. Analizaremos las contribuciones que sobre el sonido han realizado muchos grandes matemáticos a lo largo de la historia, y en especial en los siglos XVIII y XIX. Centraremos nuestra atención, fundamentalmente, en el problema de las *cuerdas vibrantes* y en la discusión que tal problema suscitó entre los matemáticos de la época. Desde Brook Taylor, a principios del XVIII, hasta la resolución final del problema por parte de Joseph Fourier, ya bien avanzado el siglo XIX, se produjo un interesante debate en el que participaron entre otros, Johann Bernoulli y especialmente su hijo Daniel, Leonhard Euler, Jean-le-Rond D'Alembert, Joseph Louis Lagrange y Lejeune Dirichlet. Este debate, dirigido a explicar cómo una cuerda en vibración es el resultado de una suma infinita de movimientos vibratorios de diferentes frecuencias, se convertiría en una abigarrada maraña de preguntas profundas y extremadamente difíciles relativas a la posibilidad del paso al límite y la convergencia de las series de Taylor, a la diferencia entre función y su representación analítica, a la prolongabilidad analítica de una función y, por supuesto, en la motivación para el desarrollo de la Teoría sobre *Series de Fourier*.

Sin embargo, no todos los instrumentos musicales de la orquesta cumplen la *Ley de Fourier* o de las cuerdas vibrantes. Este hecho está relacionado con la existencia de *armónicos o sobretonos,* que acompañan al sonido fundamental y que configuran el *timbre* o

calidad del sonido. Buscaremos entonces explicaciones desde las Matemáticas para entender cómo el oído humano es capaz de distinguir sonidos de igual frecuencia producidos por distintos instrumentos musicales.

Referencias

A. Calvo-Manzano: *Acústica físico-musical*. Real Musical, Madrid, 1991.
J. Fauvel, R. Flood, R. Wilson: *Music and mathematics: From Pythagoras to fractals*. Oxford University Press, 2003.
R.P. Feynmann, R.B. Leighton, M. Sands: *Física, Vol. I: Mecánica, radiación y calor*. Addison-Wesley Iberoamericana, 1987.
J.R. Hanna, J.H. Rowland: *Fourier series and integrals of boundary value problems*. Wiley-Interscience, 1982.
H.J. Pain: *The physics of vibrations and waves (4th. ed.)*. J. Wiley and Sons, 1993.

Matemáticas como recurso para economía

Concepción N. González Concepción

Catedrática de Economía Aplicada, Departamento de Economía Aplicada, Universidad de La Laguna

e-mail: cogonzal@ull.es
página web: http://webpages.ull.es/users/cogonzal

Resumen

En esta charla se aborda la relación entre Matemáticas y Economía desde un punto de vista teórico-práctico. ¿Por qué las matemáticas resultan ser un recurso útil en el estudio de temas económicos? ¿Son útiles los recursos procedentes de las matemáticas avanzadas, o es suficiente el uso de herramientas básicas? ¿Son más importantes los datos numéricos que las teorías o modelos teóricos?

Basándonos en algunos ejemplos prácticos, vamos a contrastar las conclusiones que se obtienen a partir de una misma realidad económica; por un lado, desde los propios datos numéricos procedentes de la observación, y, por otro, desde algunos estudios estadísticos y analíticos básicos.

Invitamos con ello a reflexionar y evidenciar en lo posible el "valor añadido" que tiene el uso analítico de las Matemáticas, preferiblemente avanzadas, como recurso para la Economía basado en el razonamiento frente a la intuición y la observación puramente numérica, o incluso estadística, de unos datos reales. En definitiva, invitamos a reflexionar sobre el "valor añadido" que tienen los modelos matemáticos propios de la Econometría y la Teoría Económica para mejorar toma de decisiones. Ilustramos, igualmente, la necesidad de reconocer que, de manera análoga a lo que ocurre en las ciencias experimentales, lo que nos dicta la intuición a partir de la observación directa de datos no siempre se confirma en los modelos analíticos asociados e, incluso, en numerosas ocasiones lo llega a contradecir.

En cualquier caso, debido a la naturaleza *cuasi-experimental* de la Economía, ningún modelo es definitivo, debiendo ser cautos en la toma de decisiones basadas en la interpretación de un modelo concreto, y dejando siempre muchos caminos abiertos a la investigación.

Referencias

C. González-Concepción y M.C. Gil-Fariña: *El lenguaje de la ciencia económica, ¿por qué la economía no prescinde de las matemáticas?* RA-MA, Madrid, 2000.
M. de Guzmán: *Cómo hablar, demostrar y resolver en matemáticas*. Anaya, Madrid, 2003.
D. Kahneman: Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics. *The American Economic Review*, December 2003, pp. 1449-1475.
A. Pulido San Román: *Los datos económicos: su significado real*. Pirámide, Madrid, 1996.

H.R. Varian: *Microeconomía Intermedia* (2ª ed.). Bosch, Barcelona, 1991.
The Nobel Prize Internet Archive, http://www.almaz.com/nobel.
Grandes economistas, http://www.eumed.net/cursecon/economistas/index.htm.

Matemáticas y seguros

José L. Fernández Pérez

Catedrático de Análisis Matemático, Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid
Director de Consultoría de Riesgos, Grupo Analistas Financieros Internacionales

Resumen

La esencia de los seguros es distribuir y compartir solidariamente riesgos (daños potenciales) entre un conjunto de asegurados. Las Leyes de los Grandes Números y el Teorema del Límite Central están en la misma raíz de esta asunción solidaria del riesgo, pues estos teoremas nos dicen, en este contexto, que cuando hay muchos asegurados los pagos que el conjunto de éstos tiene que efectuar a aquellos que sufren los siniestros es casi segura.

Las Matemáticas sirven así para eliminar la incertidumbre, transformando daños grandes potenciales que podrían afectar en el futuro a sólo algunos de los asegurados, en unos pagos relativamente pequeños, ciertos e inmediatos que asumen todos y cada uno de los asegurados.

La Teoría y el Cálculo de Probabilidades nacen para dar estructura a las regularidades observadas en los juegos de azar, y entender las frecuencias potenciales de los posibles resultados; pero bien pronto se hacen estadísticas de siniestros y de defunciones y se aplican los teoremas centrales de las probabilidades para, por ejemplo, determinar las primas que los asegurados deben satisfacer o para fijar los tipos de interés que van a percibirse en las rentas vitalicias. De hecho, uno de los textos fundacionales de la Teoría de la Probabilidad es el tratado que de Moivre escribió para explicar el cálculo de primas de anualidades o de rentas vitalicias.

En esta conferencia queremos explicar la diferencia entre ahorrar (a largo plazo) con una entidad aseguradora o con un banco o una caja de ahorros, cómo se calculan las primas de los seguros, cómo se determinan las reservas de una compañía de seguros para hacer improbable su ruina, todo esto con el fin de situar el papel de las Matemáticas, del lenguaje y la modelización matemática, en la gestión de las entidades aseguradoras. Es la llamada Matemática Actuarial.

Pero los tiempos están cambiando. La tradicional separación de papeles dentro del mundo financiero entre entidades aseguradoras y las entidades de crédito se está difuminando, pues ahora estas entidades compiten ante sus clientes con productos financieros cada vez más similares. Y esto está forzando a que el extraordinario desarrollo reciente que ha renovado las técnicas cuantitativas financieras se esté trasladando al mundo de los seguros. Una transición que demanda profesionales con más y mejores conocimientos de matemática abstracta. Intentaremos en la conferencia apuntar cómo se está produciendo esta convergencia de técnicas.

Referencias

Bowers, Gerber, Hickman, Jones, Nesbitt: *Actuarial mathematics*. The Society of Actuaries, 1986.

C.D. Daykin, T. Pentikäinen, M. Pesonen: *Practical Risk Theory for Actuaries*. Chapman & Hall, 1994.

H.U. Gerber: *Life Insurance Mathematics*. Springer-Verlag, 1977.

L. Latorre: *Teoría del Riesgo y su aplicación a la empresa aseguradora*. Fundación MAPFRE, 1992.

H. Rolski, H. Schmdli, V. Schmidt, J. Teugels: Stochastic processes for Finance and Insurance. Wiley, 1999.

E. Straub: *Non-life Insurance mathematics*. Springer-Verlag, 1997.

La estadística oficial en Canarias
==================================

Álvaro A. Dávila González

Director del Instituto Canario de Estadística

Resumen

El Estatuto de Autonomía de Canarias, en su artículo 29.17, atribuye a la Comunidad Autónoma competencia exclusiva en materia de "Estadística de interés de la Comunidad", reservándole la potestad legislativa, la reglamentaria y la función ejecutiva, que ejercerá respetando lo dispuesto en el artículo 149.1.31 de la Constitución.

Partiendo de este marco legal, se promulga en enero de 1991 la Ley 1/1991 de Estadística de la Comunidad Autónoma de Canarias, que ordena y fomenta el desarrollo de esta competencia y, como consecuencia, posibilita un mejor conocimiento de la realidad canaria en sus diferentes ámbitos demográficos, sociales, económicos y territoriales, principalmente a través del aporte de información estadística.

El artículo 4 de la mencionada Ley crea el Instituto Canario de Estadística como el organismo responsable de constituir, mantener y promover el desarrollo del sistema estadístico de la Comunidad Autónoma de Canarias.

Sus funciones, sus objetivos, su composición, su evolución a lo largo de estos trece años de existencia, sus relaciones con el Instituto Nacional de Estadística, etc., serán los temas que trataremos en nuestra ponencia.

Abordaremos la situación actual y haremos propuestas de futuro: comentaremos qué hacemos y qué deberíamos hacer en los próximos años si queremos tener una Estadística que, verdaderamente, sea útil a toda la sociedad canaria.

También comentaremos nuestras relaciones con algunos Ministerios, con las Consejerías, con los Ayuntamientos y Cabildos, con las Universidades, etc.

Referencias

Instituto Canario de Estadística, http://www.gobiernodecanarias.org/istac.

El potencial de los entornos de geometría dinámica para la enseñanza de las matemáticas en la educación secundaria: algunos ejemplos

Matías Camacho Machín

Profesor Titular de Didáctica de la Matemática, Departamento de Análisis Matemático, Universidad de La Laguna

Resumen

El uso de la tecnología en los procesos de resolución de problemas se empieza a tomar en consideración durante los últimos años en los principios que rigen los currículos actuales, tanto de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) como del Bachillerato. Ahora bien, es necesario analizar las distintas formas en que los conocimientos matemáticos deben ser organizados para poder ser trabajados en las aulas con los estudiantes y seleccionar actividades en las que se destaque el potencial de estas herramientas tecnológicas a la hora de enseñar y aprender contenidos de la Educación Secundaria.

En particular, centraremos nuestra atención en preguntas tales como:

¿Qué clase de problemas o actividades deben considerarse en la instrucción matemática para que los estudiantes utilicen las herramientas tecnológicas de manera eficiente en sus experiencias de aprendizaje?

¿Qué tipos de representaciones resultan ser relevantes con el empleo de estas herramientas para la resolución de problemas?

¿Qué clase de significados y relaciones aparecen entre el fenómeno de estudio y la resolución del problema?

¿Qué diferencias se resaltan entre los acercamientos basados en el empleo de la tecnología y en los que se utiliza solamente lápiz y papel? ¿De qué manera se pueden complementar estos acercamientos?

Con el objetivo de dar algunas respuestas parciales a estos interrogantes, se presentarán en un Entorno de Geometría Dinámica (CABRI ó Geometer`s Sketchpad) dos actividades concretas:

1. Recubrimientos del plano (o mosaicos) haciendo uso de polígonos regulares e irregulares.
2. Resolución de un problema de variación.

La primera actividad recoge un gran número de aspectos propios de la geometría elemental, que durante muchos años fue la "gran olvidada" del currículo. Afortunadamente, en los últimos años ha habido un nuevo relanzamiento de sus contenidos, el cual se ha visto favorecido por el uso de los entornos de geometría dinámica.

La segunda actividad está dedicada al tratamiento elemental de uno de los temas más importantes en el currículo de matemáticas, como es el estudio de fenómenos que involucran cambio o variación. Se reconoce que los temas de variación y cambio aparecen en casi todas las áreas de la disciplina, y los estudiantes necesitan desarrollar recursos y estrategias que les permitan analizar y resolver problemas relacionados con estos tópicos (NCTM, 2000).

Referencias

National Council of Teachers of Mathematics: *Principles and standards for school mathematics*. The Council, Reston (Virginia), 2000.

Las matemáticas que se esconden en los instrumentos

Carlos Mederos Martín

Profesor de Enseñanza Secundaria, IES *Viera y Clavijo*, La Laguna

Resumen

Al observar los antiguos instrumentos de medida que nos encontramos en los museos nos sentimos, generalmente, atraídos por la belleza de sus formas, hasta el punto de que llegamos a considerarlos como objetos artísticos. Esta belleza "aparente" que percibimos por medio de nuestros sentidos oculta una belleza (*la Belleza*, según Platón) aún mayor, esto es, la que proviene de su fundamento geométrico y que se percibe por medio de la razón.

Este trabajo pretende "desenmascarar" el "argumento geométrico" de algunos de estos instrumentos, lo cual nos permitirá, por una parte, disfrutar de su auténtica belleza, y por otra, ver el nacimiento y evolución de algunos conceptos importantes en la Historia de la Matemática, asociados a la respuesta dada por la comunidad científica a ciertos problemas planteados por la Geografía, la Astronomía, la Cosmología, etc.

El problema de la determinación de la longitud y su relación con la altura del Teide

Francisco La-Roche Brier

Profesor Titular de Análisis Matemático de la Universidad de La Laguna

Resumen

El problema de la determinación de la longitud y latitud en el mar no se resuelve satisfactoriamente hasta que no se cumplen tres condiciones. Una es la elaboración de catálogos precisos de las posiciones de las estrellas, el sol, los planetas y la luna; la segunda es la creación de instrumentos de reflexión: el sextante, el telescopio y el cronómetro marino; y la tercera, que se desarrollen ciertas técnicas matemáticas avanzadas. El origen del problema se remonta, principalmente, a los viajes de descubrimiento, comerciales o bélicos de los portugueses a lo largo del siglo XV.

Las Islas Canarias se encuentran en una situación geo-política de gran utilidad para los experimentos científicos franceses relacionados con el problema de la longitud. En particular, el gran geodesta y marino francés Charles Borda es uno de los grandes científicos franceses que colaboran en la resolución de cuestiones relacionadas con el problema de la longitud, y el que consigue la primera medida precisa de la altura del Teide.

El vientre de un arquitecto

Raúl Ibáñez Torres

Profesor Titular de Geometría y Topología, Departamento de Matemáticas, Universidad del País Vasco

Resumen

"La geometría en la ejecución de las superficies no complica, sino que simplifica la construcción"
A. Gaudí

Podríamos decir que la Geometría, y más generalmente la Matemática, ha estado presente en la arquitectura desde el momento en el que el hombre siente la necesidad de construir un hogar donde guarecerse de las inclemencias de la naturaleza, ya sea excavando en cuevas, construyendo chozas o montando tiendas, y siente la necesidad de construir lugares especiales para enterrar y venerar a los muertos o adorar a los dioses, como los dólmenes, los túmulos o los monumentos megalíticos (como Stonehenge). Presencia que ha continuado hasta nuestros días, en los que podemos disfrutar de construcciones como el Museo Guggenheim de Bilbao, el Auditorio de Tenerife o la casa de la Opera de Sydney, y que a lo largo de la historia nos ha dejado obras de gran belleza (aparte de su utilidad) como las pirámides de Egipto, la Acrópolis ateniense con el Partenón, el Coliseo de Roma, la Basílica de Santa Sofía de Constantinopla, la Alhambra de Granada, catedrales como la de Salamanca, Santiago, Notre Dame de Paris, York o Santa María de las Flores de Florencia, El Taj Mahal, la Torre Eiffel,… y un largo e interesante etcétera.

Parece evidente para cualquiera que, siendo la forma y la estructura tan importantes en el diseño y construcción de las obras arquitectónicas, la Geometría y las Matemáticas sean una parte fundamental de la Arquitectura. Podemos separar las aportaciones que la Geometría hace a la Arquitectura en dos tipos:

(i) Como una herramienta de cálculo, por ejemplo a la hora de estudiar el equilibrio, resistencia o estabilidad de un edificio, puente u otra construcción.

(ii) Como fuente de inspiración y en el desarrollo de la creatividad, imaginación e inventiva del arquitecto.

El diseño y construcción de una obra arquitectónica es un complejo proceso en el que el arquitecto debe beber de diferentes fuentes, entre las que se encuentra la Matemática. En este proceso, el arquitecto deberá tener en cuenta las diferentes dimensiones de la obra arquitectónica:

- las tres dimensiones clásicas de Vitruvio (*Diez Libros de Arquitectura*, Vitruvio): forma, funcionalidad y técnica;
- las dimensiones de J. Ackerman (*International Design Conference*, Aspen, Colorado, 1974): individual, ambiental y cultural;
- otras dimensiones: social, económica y artística.

Dimensiones todas ellas en las que la Geometría (cálculo o creatividad) jugará un papel destacado.

Pero realizar un estudio de las aportaciones de la Geometría en la Arquitectura es una tarea que excede el tiempo y el espacio de esta charla; por ello nos vamos a centrar en el estudio de la utilización de la Geometría de curvas y superficies en la arquitectura de finales del siglo XIX (A. Gaudí) y del siglo XX. La llegada de nuevos materiales (hormigón; tejidos, mallas o membranas metálicos, de fibra de vidrio, a base de fibras artificiales como el nylon o el terylene; nuevos tipos de cristales,…) más flexibles y menos pesados, así como la existencia de movimientos arquitectónicos más abiertos (por ejemplo, la Arquitectura Orgánica) hace que la presencia de nuevas y sugerentes formas sea habitual en la arquitectura del siglo XX.

En esta charla centraremos nuestra atención en los siguientes objetos geométricos: cónicas, catenaria, espiral, hélice, la esfera, el toro, superficies regladas (cono, cilindro, helicoide, paraboloide hiperbólico, hiperboloide, ...), otras superficies cuadráticas (elipsoide, paraboloide de revolución, ...), superficies minimales, e, incluso, la banda de Möbius. Para cada uno de estos objetos mostraremos algunas propiedades geométricas y construcciones arquitectónicas en las cuales el arquitecto/ingeniero las haya utilizado. En algunas de las obras hablaremos de la justificación matemática que existe para la utilización del objeto geométrico (dimensiones arquitectónicas); sin embargo, en otros simplemente admiraremos la utilización de la geometría y la belleza de la construcción.

Hemos elegido ejemplos de grandes arquitectos e ingenieros (que creemos interesante que el público conozca), como son Antoni Gaudí, Eduardo Torroja, Félix Candela, Santiago Calatrava, Le Corbusier, R. Buckminster Fuller, Frei Otto, Frank Gehry, Eero Saarinen, Mies van der Rohe, Norman Foster, ...

Para terminar, me gustaría mencionar que no sólo el estudio de la Geometría es importante y necesario para los arquitectos e ingenieros, sino que también lo es que el matemático conozca la utilización de su ciencia en otros contextos, como por ejemplo la Arquitectura, lo que le dará otra perspectiva de su trabajo e, incluso, le puede sugerir problemas que se derivan del diseño arquitectónico y en los que que de otra forma no repararía.

Referencias

D. Giralt-Miracle (director): *Gaudí: La búsqueda de la forma*. Catálogo de la exposición, 2002.

P. Gössell, G. Leuthäuser: *Arquitectura del siglo XX*. Taschen, 2001.

H. Pearman: *Contemporary World Architectures*. Phaidon, 1998.

The Great Buildings Collection, http://www.greatbuildings.com.

Aportaciones de la historia de las matemáticas a la educación moderna

Martin Kindt

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

Resumen

El avance y desarrollo de las matemáticas no ha tenido lugar tan fluidamente como sugieren los libros de texto. Las matemáticas que hoy se nos presentan como un producto perfectamente acabado son muy distintas de las matemáticas en su origen y gestación. Casi siempre las ideas y los conceptos matemáticos se enseñan como postulados canónicos, y casi nunca se plantean las preguntas: ¿por qué de esta manera?, o ¿cómo se ha llegado a esta situación? Cuando eventualmente es resuelto un problema, el método empleado llega a convertirse en la teoría, que los profesores enseñan sin referencia al origen de la cuestión.

Con Freudenthal se puede hablar de "inversión contra-didáctica". En esta conferencia quiero exponer, mediante ejemplos concretos, tomados, especialmente, del cálculo infinitesimal y del álgebra, que existe otra vía de aprendizaje, la cual puede ser inspiradora e instructiva para los estudiantes y que, además, muestra que las matemáticas son *obra humana*.

Referencias

H.J.M. Bos: *Lectures in the history of mathematics*. History of Mathematics, **7**. American Mathematical Society, Providence, RI; London Mathematical Society, London, 1993.

C.B. Boyer: *The history of the calculus and its conceptual development*. Dover, New York, 1959.

C.H. Edwards, Jr.: *The historical development of the calculus*. Springer-Verlag, New York-Heidelberg, 1979.

H. Freudenthal: *Mathematics as an educational task*. D. Reidel Publishing Co., Dordrecht, 1973.

T.L. Heath: *A history of Greek mathematics, I: From Thales to Euclid*. Dover, New York, 1981.

T.L. Heath: *A history of Greek mathematics, II: From Aristarchus to Diophantus*. Dover, New York, 1981.

T.L. Heath (ed.): *The works of Archimedes*. Dover, Mineola (New York), 2002.

F. Swetz, J. Fauvel, O. Bekken, B. Johansson, V. Katz (eds.): *Learn from the masters! Proceedings of the Kristiansand Conference on History of Mathematics and Its Place in Teaching, August 1988*. Classroom Resource Materials Series. Mathematical Association of America, Washington, 1995.

O. Toeplitz: *The Calculus: A genetic approach*. University of Chicago Press, Chicago, 1963.
Freudenthal Instituut, http://www.fi.uu.nl/en/welcome.html.

La convergencia europea: retos y oportunidades para los estudios de matemáticas

Adolfo Quirós Gracián

Profesor Titular de Algebra, Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

La mayoría de lo que se mencionará en este resumen, así como los ejemplos concretos que se presentarán, tendrán que ver con las Matemáticas, pero el fondo de la conferencia será más general, y se intentará que sea de interés para quienes trabajen en otros campos.

Las Licenciaturas de Matemáticas españolas han sido en tiempos recientes muy eficaces para alcanzar dos objetivos de gran importancia. En primer lugar, algunos Licenciados se han formado luego como investigadores en centros españoles o extranjeros y han contribuido a establecer una amplia y muy cualificada comunidad científica, que ha dado un espectacular salto en los últimos 25 años, llegando a ser en la actualidad la tercera disciplina en porcentaje de contribuciones competitivas de nuestro país en relación con el total mundial, y situándose en estos momentos dicho porcentaje en el umbral del 5%. Por otra parte, se ha proporcionado una altísima formación al profesorado de Matemáticas en la Educación Secundaria. Desde estos dos puntos de vista, puede decirse que las Licenciaturas españolas en Matemáticas han sido un éxito.

Pero este éxito se ha conseguido, en muchos casos, a costa de centrar prácticamente todos nuestros esfuerzos en la formación de futuros investigadores en Matemáticas, ya que ésta era también la formación que, en lo esencial, se daba a los futuros profesores de secundaria. Este planteamiento resultaba adecuado cuando el estado de la investigación en Matemáticas en España era, como el de algunas fincas, “manifiestamente mejorable”, lo que coincidió con un momento de crecimiento demográfico en el que se necesitaban muchos profesores de secundaria cualificados.

Sin embargo, los tiempos han cambiado: ya no se necesitan tantos profesores; la comunidad de investigadores ha alcanzado, si no el tamaño de equilibrio (confiemos en que las autoridades se den cuenta de que todavía no se invierten en investigación los recursos que corresponden a nuestro nivel de renta), claramente un punto en el que no se va a repetir a corto plazo el espectacular crecimiento de los años 80 y 90; y, sin embargo, cada día surgen nuevos campos de aplicación de las Matemáticas donde nuestros licenciados pueden encontrar empleo.

Estos cambios, junto a una demografía que hace imperativo competir por los alumnos universitarios (¡entre otras cosas, para que la floreciente comunidad investigadora pueda mantenerse!), y unos cambios sociales que han provocado grandes cambios (no todos para mal) en la enseñanza secundaria, obligan a enfrentarse a cuatro grandes retos:

1. Mantener, y a ser posible mejorar, el notable nivel que la investigación matemática ha alcanzado en España, para lo que deben mantenerse vías de formación en “Matemática Académica Avanzada”.
2. Hacer esto compatible con la formación de matemáticos que puedan incorporarse a la empresa, la industria, la informática, las finanzas… , ámbitos en los que trabajan con cada vez mayor frecuencia.
3. Mejorar la formación de los profesores de matemáticas en primaria y secundaria.
4. Atraer más y mejores estudiantes que puedan beneficiarse de estos esfuerzos.

Para lograr todo esto, es imprescindible superar la imagen que la sociedad tiene de los estudios de Matemáticas y hacerlos más atractivos. Dos medidas imprescindibles son, por una parte, acercarlos más a lo que realmente son, hoy en día, las funciones de un matemático, mucho más diversas de lo que a veces se piensa; y, por otra, intentar que la duración real de los estudios se aproxime a su duración teórica.

El proceso de convergencia hacia el Espacio Europeo de Educación Superior proporciona algunas herramientas que, bien utilizadas, pueden ser una oportunidad para enfrentarse a los mencionados retos.

La primera herramienta es la nueva estructura Licenciatura-Master-Doctorado. Ésta debe permitir dar una instrucción matemática de carácter general a un amplio número de estudiantes, y a la vez proporcionar formación avanzada a un número más reducido de ellos. Por otra parte, es una estructura más flexible que facilita el organizar dobles titulaciones, titulaciones conjuntas, y otros instrumentos que ayudan a diversificar la preparación de los Licenciados, atendiendo tanto a sus intereses como a los de la sociedad.

La otra herramienta importante son los créditos ECTS, que no deben ser sólo una nueva unidad de medida, sino que deben contribuir a un cambio de paradigma, en el que se pase de una enseñanza centrada en el profesor a otra centrada en el alumno. No se trata de trivializar la formación universitaria, sino de intentar pensar, no tanto en lo que al profesor le gustaría (sin duda por buenos motivos) enseñar, como en lo que el estudiante puede (en un tiempo razonable) aprender. Dicho de otra manera, quizá debemos enseñar menos, y conseguir que se aprenda mejor.

En la conferencia trataremos todos estos temas, presentando resultados de diversos estudios que se han realizado en España y, sobre todo, ejemplos de cómo se organizan los estudios de Matemáticas en algunas universidades europeas.

Referencias

J. González, R. Wagenaar (eds.): *Tuning Educational Structures in Europe, Final Report of Phase One*. Universidad de Deusto and University of Gröningen, 2003. [Publicado también en español por la Universidad de Deusto y la ANECA y por varias sociedades científicas españolas y europeas].

Grupo Tuning de Matemáticas: *Hacia un marco común para los títulos de Matemáticas en Europa*. En *Tuning Educational Structures in Europe, Final Report of Phase One*, y también en *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española* **5**(3) (2002), 510-519; *Boletín de la Sociedad Española de Matemática Aplicada* **22** (2002), 125-135; *Boletín de la Sociedad de Estadística e Investigación Operativa* **18** (2002), 8-13; *Boletín de la*

Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática **13** (2002), 30-37; *SCM/Notícies* **18** (2003), 34-40.

Grupo de Matemáticas del Proyecto CRUE: *La integración de los estudios de Matemáticas en España en el espacio europeo de educación superior*. Suplemento a *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española* **6**(2) (2003).

Libro Blanco de la Licenciatura en Matemáticas. Realizado por la Conferencia de Decanos de Matemáticas dentro de un de Proyecto de Diseño de Planes de Estudios y Títulos de Grado del Programa de Convergencia de la ANECA.

Matemáticas, sociedad y cultura

Antonio J. Durán Guardeño

Catedrático de Análisis Matemático, Departamento de Análisis Matemático, Universidad de Sevilla

Resumen

Los matemáticos nos quejamos, con razón, de que las matemáticas tienen muy poca presencia en la sociedad, de que los decisivos avances en investigación que de vez en cuando se producen no quedan recogidos ni aparecen reflejados en los medios de comunicación (como sí ocurre con los producidos por otras ciencias); nos preocupa la imagen distorsionada que de las matemáticas tiene la gente, su reacción negativa ante ellas y la repulsión que parecen generarles. Todo esto son síntomas que denotan una enfermedad que parece afectar de manera crónica a la sociedad. Para entendernos podríamos bautizar a esta enfermedad como *matefobia.*

Hay que empezar reconociendo que la idiosincrasia de las matemáticas, especialmente su carácter de ciencia abstracta, hace muy difícil solventar o hacer desaparecer completamente los problemas mencionados arriba. En otras palabras, la matefobia es incurable.

Ahora bien, es razonable pensar que algo se deberá poder hacer para mitigar sus síntomas y convertirla, al menos, en un mal leve.

Desde mi punto de vista, las soluciones pasan por revisar los métodos utilizados habitualmente en la enseñanza de las matemáticas. Porque, por un lado, la imagen negativa que proyectan las matemáticas, y la repulsión que generan, tiene su origen en la experiencia, mala habitualmente, que a la gente le queda de cuando se enfrentaron a su aprendizaje durante la enseñanza primaria y secundaria, (también en el bachillerato, en algunos casos). Por otro lado, parece natural que sean todos y cada uno de los licenciados en matemáticas que salen de nuestras facultades los encargados de aliviar los síntomas de la enfermedad, los dispensadores de la medicina que rebaje la gravedad de la insania y ponga bajo control la epidemia.

Como acabo de mencionar, esto supone necesariamente una revisión de la enseñanza de las matemáticas en todos los niveles, pero especialmente en el universitario que es, a fin de cuentas, el que acaba surtiendo de profesorado a todos los otros niveles. Porque parte de los males proviene de que la enseñanza que hacemos de las matemáticas no es integral. Digamos que las matemáticas son un actividad dual donde comparecen el descubrimiento y la demostración. Descubrimiento y demostración son conceptos difíciles que admiten muchos matices: se complementan unas veces, se confrontan otras, se alternan las más; aunque se presentan en general, y esto es importante, en un orden preciso: primero descubrir y después demostrar. Con ser importante la demostración, es el descubrimiento la faceta más interesante del razonamiento matemático por cuanto tiene de acto creativo. Acabo de hacer mención a la presencia de descubrimiento y demostración: me refiero al proceso de creación

matemática no al proceso de la enseñanza de las matemáticas; desde los postulados al uso para la enseñanza de las matemáticas se omite, casi permanentemente, el descubrimiento. Y con esta omisión desaparece también algo que implícita y quizá también metafísicamente va a menudo ligado: las cuestiones históricas ligadas a las matemáticas. A mí me gusta decir que la historia de las matemáticas es el territorio donde las matemáticas se convierten en cultura. La desaparición de los aspectos más creativos de las matemáticas junto con su componente cultural ocurre en todos los niveles: primaria, secundaria, bachillerato e, incluso, en la universidad. La demostración corre, en cambio, una suerte distinta: no está presente en la enseñanza primaria ni secundaria, escasamente en el bachillerato, pero es, la reina absoluta de la enseñanza universitaria (donde no con poca frecuencia alcanza rasgos esperpénticos). Dicho con otras palabras, la enseñanza de las matemáticas en los niveles universitarios está viciada por los planteamientos lógico/deductivos y unos niveles brutales de abstracción que dejan fuera, por un lado, un sin fin de claves fundamentales (asociadas a la creatividad) para entender y comprender qué son realmente las matemáticas; y, por otro, un montón de elementos (culturales y de relación con otras ciencias) que, por ser fuente de motivación para su estudio, ayudan enormemente en el proceso de aprendizaje. Buena parte de estas claves y elementos a los que voluntariamente hemos renunciado son, para mayor escarnio, piezas esenciales de la personalidad histórica que las matemáticas han tenido a lo largo de su dilatada historia.

El objeto de esta conferencia será claramente provocativo. Se pretende provocar, esencialmente, una reflexión y un debate sobre hasta qué punto la forma y métodos habitualmente utilizados en la enseñanza de las matemáticas, y los contenidos que enseñamos, son responsables del agravamiento de la epidemia de matefobia que aqueja a la sociedad.

Pero no todo será provocar, también se propondrán alternativas a la manera habitual de proceder. Estas alternativas abogan por una enseñanza integral de las matemáticas que las hagan más interesantes, más comprensibles, y faciliten, así, el proceso de su aprendizaje; hacer éste, en suma, más eficiente. Esta enseñanza no rehuiría la faceta antes comentada del descubrimiento, y pasa también por adobar su aparato técnico con el aliño de la cultura; cultura aquí entendida no sólo en su acepción más habitual, sino también como acción de cultivar los conocimientos humanos (todos: ya sean científicos, técnicos o artísticos), perfeccionando por medio de su ejercicio las facultades intelectuales del hombre. En otras palabras, una apuesta por la enseñanza integral de las matemáticas de manos de su historia.

Modelos matemáticos para afrontar problemas de optimización en diversas aplicaciones prácticas

Juan J. Salazar González

Profesor Titular de Estadística e Investigación Operativa, Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna

Resumen

La *Programación Matemática* es un moderno campo dentro de las Matemáticas Aplicadas orientado al diseño de metodologías para resolver, desde un punto de vista práctico y quizás usando un ordenador, problemas de optimización con recursos limitados. Estos problemas aparecen frecuentemente en los procesos de "toma de decisiones" en contextos de Economía, Ingeniería, Química, Biología, etc.

Creemos que esta lección puede resultar de interés para alumnos que cursen esta misma asignatura (u otras relacionadas con la *Investigación Operativa* dentro de los estudios de Matemáticas, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Informática, Ingeniería Química, Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas, Licenciatura en Economía, o Licenciatura en Administración y Dirección de Empresas. Asimismo, esperamos poder ayudar también a profesionales que busquen herramientas científicas para aplicar *Optimización* en sus actividades.

En la lección se mostrarán los conceptos básicos de modelo matemático y algoritmo, y se ilustrarán sobre diversos ejemplos, tanto académicos y simples como reales y complejos. En particular, se mostrará cómo conocimientos de *Optimización Combinatoria* permiten desarrollar técnicas automáticas que ayuden a resolver problemas en empresas canarias como TITSA (*Transportes Interurbanos de Tenerife*) o el ISTAC (*Instituto Canario de Estadística*).

Referencias

M.S. Bazaraa, J.J. Jarvis, H.D. Sherali: *Linear Programming and Network Flows*. John Wiley & Sons, New York, 1990.

V. Chvátal: *Linear Programming*. Freeman, New York, 1983.

W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, A. Schrijver: *Combinatorial Optimization*. John Wiley & Sons, New York, 1998.

G.L. Nemhauser, L.A. Wolsey: *Integer and Combinatorial Optimization*. John Wiley & Sons, New York, 1988.

C.H. Papadimitriou, K. Steiglitz: *Combinatorial Optimization. Algorithms and Complexity*. Prentice-Hall, New Jersey, 1982.

J.J. Salazar-González: *Programación Matemática*. Díaz de Santos, Madrid, 2001.

H.P. Williams: *Model Building in Mathematical Programming*. John Wiley & Sons, Chichester, 1999.

L.A. Wolsey: *Integer Programming*. John Wiley & Sons, New York, 1998.
Dash Optimization, http://www.dashoptimization.com. Software y material didáctico sobre Programación Matemática.

Matemáticas y género: una aproximación histórica

Inmaculada Perdomo Reyes

Profesora Asociada de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia, la Educación y el Lenguaje, Universidad de La Laguna

Resumen

Los diferentes estudios englobados bajo el rótulo general de *Ciencia y Género* surgen con gran fuerza hace ya varias décadas al amparo de los desarrollos postkuhnianos en la Filosofía de la Ciencia. La crítica generalizada a la imagen tradicional de la ciencia dio amparo a multitud de desarrollos alternativos, desde las tendencias más postmodernas, sociologistas y relativistas, a los desesperados intentos de una Filosofía de la Ciencia que quería seguir anclando el conocimiento en la piedra firme de la verdad. Entre estos dos extremos, los estudios sobre la ciencia, plurales y diversos, ofrecen cobijo a una nueva imagen de la ciencia que renuncia fundamentalmente a una de las características defendidas por los enfoques tradicionales: la neutralidad.

La crítica feminista de la ciencia advertía, tanto desde los estudios de la historia de la ciencia y la recuperación de las mujeres de ciencia olvidadas por la historiografía tradicional, como desde el análisis de los sesgos de género que plagaban muchos de los contenidos y procedimientos de las teorías biológicas y neuroendocrinas sobre el comportamiento y capacidades cognitivas de las mujeres, por citar sólo dos tipos de estudios que nos interesarán en relación a nuestro tema, que la ciencia ha incorporado desde el pasado y en el presente un conjunto de valores, y, por tanto, la defensa de la neutralidad es inviable. Ciertas tendencias epistemológicas han advertido a la crítica feminista de la ciencia que lo que señalan en sus análisis constituirían ejemplos de "mala ciencia", y que la fortaleza de la ciencia pivota sobre la posibilidad de recurrir al propio método científico para eliminar en el futuro esas "contaminaciones" de valores ajenos a la racionalidad científica en el seno de la ciencia.

Los estudios de la ciencia, sin embargo, nos ofrecen de ella una imagen donde la presencia de valores es consustancial a su propia práctica; éstos definen sus investigaciones, sus procedimientos, las interpretaciones adecuadas de los datos, han definido en cada momento histórico qué cuenta como conocimiento aceptable, los grados de rigor de los métodos de prueba, etc. Estos son valores cognitivos que, al tiempo, son sociales, en tanto que son diseñados y legitimados en un momento histórico y contextual determinado. Pero la ciencia ha dado cobijo a los valores sexistas (también racistas y de clase), y esto, asimismo, ha de advertirse.

En nuestra aproximación histórica a las relaciones entre Matemáticas y Género prestaré atención a una constante en nuestra historia: la tesis de la inferioridad intelectual de las mujeres (argumentada desde Aristóteles partiendo de supuestos biologicistas), que las hacían especialmente incapaces para las ciencias más abstractas como las Matemáticas. Una cuestión que puede ser claramente contestada acudiendo a la propia historia. Desde las

pitagóricas, Hypatia, a las mujeres dedicadas a la computación astronómica en la revolución científica, Sophie Germain, Mª Gaetana Agnesi, Ada Lovelace, o Mary Somerville, son sólo algunos nombres de destacadas mujeres matemáticas a las que haremos referencia para contrastar estas opiniones generalizadas.

El objetivo es, pues, doble: mostrar el entramado de imágenes comunes sobre las capacidades de las mujeres para las ciencias, en especial las Matemáticas, y cómo han sido contestadas éstas desde posiciones epistemológicas que olvidan viejas imágenes de la ciencia y que otorgan a los valores en los procesos de construcción, legitimación y trasmisión del conocimiento un papel central. Este recorrido nos permitirá avistar también cómo la propia concepción del papel de las Matemáticas en la ciencia ha variado históricamente.

Referencias

Textos divulgativos:

M. Alic: *El legado de Hipatia. Historia de las mujeres en la ciencia desde la antigüedad hasta fines del S. XIX*. Madrid, Siglo XXI, 1991.
U. Fölsing: *Mujeres premios Nobel*. Madrid, Alianza Editorial, 1992.
S. Mataix: *Matemáticas es nombre de mujer*. Barcelona, Rubes Editorial, 1999.
X. Nomdedeu: *Mujeres, manzanas y matemáticas. Entretejidas*. Madrid, Nivola, 2000.
N. Solsona: *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Madrid, Talasa, 1997.

Textos de carácter filosófico sobre las cuestiones de Ciencia y Género, disponibles en castellano:

M.J. Barral et al.: *Interacciones ciencia y género*. Barcelona, Icaria, 1999.
S. Harding: *Ciencia y feminismo*. Madrid, Ediciones Morata, 1996.
L. Figueiras et al.: *El juego de Ada. Matemáticas en las matemáticas*. Granada, Proyecto Sur de Ediciones.
E. Fox Keller: *Reflexiones sobre Género y Ciencia*. Valencia, Edicions Alfons el Magnànim, 1989.
V. Frías (ed.): *Las mujeres ante la ciencia del siglo XXI*. Madrid, Editorial Complutense, 2001.

Textos de carácter filosófico sobre las cuestiones de Ciencia y Género, en inglés:

E. Fox Keller, H. Longino (eds.): *Feminism & Science*. Oxford, Oxford University Press, 1996.
S. Kohlstedt (ed.): *History of Women in the Sciences*. Readings from *Isis*. Chicago, The University of Chicago Press, 1999.
S. Kohlstedt, H. Longino (eds.): *Women, Gender, and Science*. *New Directions*. Osiris, Vol 12. History of Science Society, 1997.
M. Lederman, I. Bartsch (eds.): *The Gender and Science Reader*. Londres y Nueva York, Routledge, 2001.

En Internet:

4000 Years of Women in Science, http://www.astr.ua.edu/4000WS/4000WS.html.
Women Astronomers at Harvard at the Turn of the Century, http://physics.carleton.edu/Astro/pages/marga_michele/harvard.html.

Biographies of Women Mathematicians,
http://www.agnesscott.edu/lriddle/women/women.htm.
Women's Studies Electronic User Guide,
http://www.malaspina.edu/www/discover/women/wom-stud.htm.