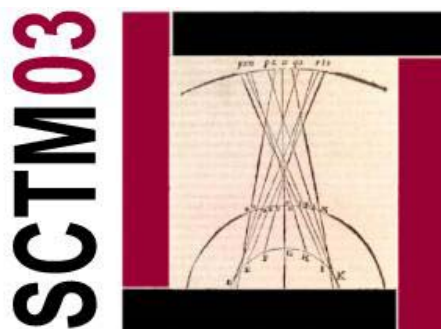


GUIA DIDACTICA



**SOCIEDAD, CIENCIA, TECNOLOGIA
Y MATEMATICAS**

Módulo 1

Matemáticas y Sociedad

10-21 de marzo de 2003

**Aula Magna de las Facultades de
Matemáticas y Física**

<http://www.anamat.uil.es/sctm03>



**Cursos Universitarios Interdisciplinares 2003
Vicerrectorado de Extensión Universitaria
Universidad de La Laguna**

Diseño y maquetación: María Isabel Marrero Rodríguez
Edita: CAMPUS - C/. Delgado Barreto, 32 - 38204 La Laguna (Tenerife)

ISBN: 84-932960-4-X (Obra completa), 84-932960-1-5 (Módulo 1)
Depósito Legal: TF-1317/2003

Curso Universitario Interdisciplinar
“Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas” 2003
Guía Didáctica del Módulo 1

María Isabel Marrero Rodríguez
Rodrigo Trujillo González
José Barrios García

(editores)

La Laguna, marzo de 2003

Índice

Presentación	7
Programa	10
<i>Luis Balbuena Castellano</i> Contactos de las Matemáticas con la Sociedad	12
<i>Jesús Sánchez Navarro</i> Las Matemáticas y la Cultura: Matemáticas, Arte y Ciencia en los comienzos de la Revolución Científica	14
<i>José R. Barrios García</i> De la necesidad de contar a la necesidad de escribir: Orígenes numéricos de la escritura cuneiforme	17
<i>Martín M. Socas Robayna</i> Naturaleza del conocimiento matemático y sus implicaciones en la Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Secundaria	20
<i>Juan Camacho Rosales</i> Aplicaciones estadísticas en las Ciencias Sociales	22
<i>Concepción N. González Concepción</i> Modelos de Aproximación Racional en Economía	24
<i>José M. González Rodríguez</i> La Matemática y la sabiduría popular de los canarios	26
<i>Juan J. Salazar González</i> Optimización Matemática: Ejemplos y aplicaciones	28
<i>José L. Fernández Pérez</i> Ciencia Computacional y Finanzas	30
<i>Ramón Á. Orive Rodríguez (Coordinador)</i> La proyección social de las Matemáticas	33

Presentación



*Curso Universitario Interdisciplinar
“Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas” 2003*

Vicerrectorado de Extensión Universitaria
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 alumno 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 60 horas (6 créditos). Se estructura en 3 Módulos optativos e independientes de 20 horas (2 créditos), distribuidos en 10 sesiones de 2 horas cada una, de acuerdo al siguiente calendario:

Módulo 1: Matemáticas y Sociedad

10-21 de marzo de 2003, de 18:00 a 20:00 horas.

Módulo 2: Matemáticas y Ciencia Básica

24 de marzo - 4 de abril de 2003, de 18:00 a 20:00 horas.

Módulo 3: Matemáticas y Tecnología

17-28 de marzo de 2003, 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 y Ciencia Básica*, versará sobre algunos aspectos de la interacción entre las Matemáticas y la Física, la Astrofísica, la Biología y la Química. El Módulo 3, *Matemáticas y Tecnología*, expondrá diversos usos tecnológicos e industriales de las Matemáticas, entre ellos: construcción de telescopios, visión por ordenador,

criptografía y seguridad de la información, radiodiagnóstico y radioterapia, creación de un espacio acústico virtual para invidentes, explotación de recursos pesqueros y diseño de carrocerías y fuselajes.

Profesorado

Cada tema será impartido por expertos de reconocido prestigio en la materia correspondiente, pertenecientes a la Sociedad Canaria “Isaac Newton” de Profesores de Matemáticas, al Instituto de Astrofísica, el Centro Oceanográfico y el Hospital Universitario de Canarias, así como a las Universidades de La Laguna, Las Palmas de Gran Canaria, Autónoma de Madrid, Cantabria y Santiago de Compostela, a un nivel divulgativo pero riguroso, y con especial énfasis en las aplicaciones a la resolución de problemas reales de nuestro entorno.

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

Habrà 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

Sólo aparecerán en acta los alumnos que hayan asistido como mínimo al 80% de la carga lectiva de un Módulo. Aquellos que, además, superen 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. 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 3 y 5 páginas sobre los contenidos del Módulo, que sólo podrá ser calificada con SUSPENSO o APROBADO. Para subir esta calificación será necesario someterse a un examen tipo test.

Cada Módulo es convalidable por 2 Créditos de Libre Elección.

Organización

El presente Curso forma parte de la programación de Cursos Universitarios Interdisciplinares 2003 del Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad de La Laguna. Colaboran en su organización la Facultad de Matemáticas y el Departamento de Análisis Matemático de esta Universidad.

El Equipo Coordinador del Curso está integrado por los siguientes Profesores Titulares del Departamento de Análisis Matemático:

Directora:

María Isabel Marrero Rodríguez

Coordinadores Módulo 1:

José Barrios García, María Isabel Marrero Rodríguez

Coordinadores Módulos 2 y 3:

María Isabel Marrero Rodríguez, Rodrigo Trujillo González

Para más información sobre los aspectos académicos del Curso, consultar la página web <http://www.anamat.ull.es/sctm03> o contactar con el Equipo Coordinador a través del correo electrónico sctm03@anamat.csi.ull.es.

Matrícula

La matrícula se formalizará en el Vicerrectorado de Extensión Universitaria, C/ Viana, 50 - 38201 La Laguna (Tenerife), de 9:30 a 14:00 horas (lunes a viernes). Las tasas de matrícula son las siguientes:

Un Módulo:

Estudiantes, desempleados, jubilados: 25,24€ (4200 pts).

Profesorado y PAS de la Universidad de La Laguna: 28,85€ (4800 pts) - 32,45€ (5400 pts) [consultar].

Tarifa General: 36,06€ (6000 pts).

Módulos sucesivos:

10% de reducción sobre las tasas anteriores.

Para más información sobre los aspectos administrativos del Curso, dirigirse al Vicerrectorado de Extensión Universitaria a través del correo electrónico cdvera@ull.es o el teléfono 922 319 616, de 8:00 a 15:00 horas (lunes a viernes).

Programa

Módulo 1: *Matemáticas y Sociedad*

10-21 de marzo, 18:00-20:00 horas

Coordinadores: José Barrios García, María Isabel Marrero Rodríguez

- lunes 10  ***Contactos de las Matemáticas con la Sociedad***
Luis Balbuena Castellano
Catedrático de Matemáticas del IES “Viera y Clavijo” de La Laguna y miembro fundador de la Sociedad Canaria “Isaac Newton” de Profesores de Matemáticas
- martes 11  ***Las Matemáticas y la Cultura: Matemáticas, Arte y Ciencia en los comienzos de la Revolución Científica***
Jesús Sánchez Navarro
Profesor Titular de Lógica y Filosofía de la Ciencia de la Universidad de La Laguna y Director de Investigación de la Fundación Canaria “Orotava” de Historia de la Ciencia
- miércoles 12  ***De la necesidad de contar a la necesidad de escribir: Orígenes numéricos de la escritura cuneiforme***
José R. Barrios García
Profesor Titular de Análisis Matemático de la Universidad de La Laguna y miembro de la African Mathematical Union Commission on the History of Mathematics in Africa
- jueves 13  ***Naturaleza del conocimiento matemático y sus implicaciones en la Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Secundaria***
Martín M. Socas Robayna
Catedrático de Didáctica de la Matemática de la Universidad de La Laguna y miembro de la Comisión de Educación de la Real Sociedad Matemática Española
- viernes 14  ***Aplicaciones estadísticas en las Ciencias Sociales***
Juan Camacho Rosales
Profesor Titular de Metodología de las Ciencias del Comportamiento de la Universidad de La Laguna
- lunes 17  ***Modelos de Aproximación Racional en Economía***
Concepción N. González Concepción
Catedrática de Economía Aplicada de la Universidad de La Laguna
- martes 18  ***La Matemática y la sabiduría popular de los canarios***
José M. González Rodríguez
Catedrático de Economía Aplicada de la Universidad de La Laguna

miércoles 19

**Optimización Matemática: Ejemplos y aplicaciones***Juan J. Salazar González*

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

jueves 20

**Ciencia Computacional y Finanzas***José L. Fernández Pérez*

Catedrático de Análisis Matemático de la Universidad Autónoma de Madrid y Director Gerente de Consultoría de Riesgos e I+D de “Tecnología, Información y Finanzas” (Grupo Analistas)

viernes 21

**La proyección social de las Matemáticas**

Mesa redonda

Coordinador:*Ramón Á. Orive Rodríguez*

Profesor Titular de Matemática Aplicada y Decano de la Facultad de Matemáticas de la Universidad de La Laguna

Ponentes:*Javier Ariz Tellería*

Licenciado en Ciencias Biológicas e Investigador del Área de Pesca del Centro Oceanográfico de Canarias

Luis Balbuena Castellano

Catedrático de Matemáticas del IES “Viera y Clavijo” de La Laguna y miembro fundador de la Sociedad Canaria “Isaac Newton” de Profesores de Matemáticas

Alfredo Bermúdez de Castro

Catedrático y Director del Departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela

Jorge Casas Pérez

Técnico de “General Electric” y alumno de la Facultad de Matemáticas de la Universidad de La Laguna

Álvaro Dávila González

Director del Instituto Canario de Estadística

José L. Fernández Pérez

Catedrático de Análisis Matemático de la Universidad Autónoma de Madrid y Director Gerente de Consultoría de Riesgos e I+D de “Tecnología, Información y Finanzas” (Grupo Analistas)

Laureano González Vega

Catedrático de Álgebra y Decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria

Contactos de las Matemáticas con la Sociedad



Luis Balbuena Castellano

Catedrático de Matemáticas del IES “Viera y Clavijo” de La Laguna
Miembro fundador de la Sociedad Canaria “Isaac Newton” de Profesores de Matemáticas

Resumen

Es necesario que los científicos conecten con la sociedad. Es verdad que esa sentencia, fácil de emitir, no es tan sencilla de llevar a la práctica. Los científicos investigan, hacen ciencia, consiguen hacer avanzar el conocimiento con diarias aportaciones de mayor o menor repercusión en la vida cotidiana. Pero no va unido a su rol que, a su vez, sean comunicadores. Por otra parte, la sociedad cuenta con medios para la comunicación como son la prensa escrita, la radio, la televisión, Internet, etc., al frente de los cuales están unos profesionales cuya misión, obviamente, es comunicar. Pero también ocurre que su formación, por lo general, no les suministra suficientes conocimientos para comunicar la ciencia con soltura y autoridad. La situación real nos lleva a la conclusión de que hay una especie de eslabón perdido entre la creación de la ciencia y su divulgación. Se trata de la figura del “comunicador de la ciencia”. Desde luego existen campos de las ciencias que tienen este problema mejor resuelto que otros. Basta comparar la atención que dedican los medios a la divulgación de las ciencias llamadas naturales con la dedicada a las matemáticas, por ejemplo, para poder comprobar que existe una diferencia abismal tanto en cantidad como en calidad.

En general se suele aceptar como un principio incuestionable que las matemáticas juegan un papel importante en el desarrollo de las ciencias, en la tecnología y para interpretar la vida cotidiana. Sin embargo, la mayoría de las personas sólo poseen los conocimientos matemáticos que les fueron proporcionados en las aulas, y no siempre guardan un buen recuerdo. Además, se trata de una matemática puramente académica que por regla general se utiliza para construir más matemáticas, y que lo hace con unos grados de abstracción que la alejan de la realidad.

He realizado algunas experiencias con los medios de comunicación mediante las cuales he tratado de acercar las matemáticas a la sociedad. He podido palpar las dificultades que conlleva y constatar la repercusión positiva que se obtiene tras el esfuerzo realizado. Como puede intuirse, el acercamiento es mucho mayor en la televisión que en la radio, y en ésta mayor que en la prensa escrita. En cualquiera de los tres medios tiene además un efecto añadido, y es que hay muchos docentes que utilizan ese material con fines didácticos en sus aulas.

Teniendo en cuenta lo escasos que son los comunicadores de las matemáticas y que muchas personas sólo tienen el entorno escolar para conocer y acercarse a las claves de esta disciplina, habría que pensar que los profesores asumiésemos un cierto rol de divulgadores en nuestras aulas. Los Talleres de Matemáticas son entornos pedagógicos ideales para hacer esa labor. He realizado diversos trabajos y experiencias que lo demuestran.

Bibliografía

- F. Alonso et al. (editores): *Aportaciones al debate sobre las Matemáticas en los 90. Simposio de Valencia*. Mestral Libros, Valencia, 1987.
- L. Balbuena Castellano, D. de la Coba García: *La matemática recreativa vista por los alumnos*. Proyecto Sur Ediciones, Granada, 1992.
- S. Garfunkel: *Las matemáticas en la vida cotidiana*. Addison-Wesley/Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 1998.
- M.I. González García, J.A. López Cerezo, J.L. Luján López: *Ciencia, tecnología y sociedad*. Tecnos, Madrid, 1996.
- M. Hart: *The 100, a ranking of the most influential persons in history*. Simon & Schuster, London, 1993.
- G. Howson, B. Wilson (editores): *Las Matemáticas en Primaria y Secundaria en la década de los 90. Kuwait, 1986*. Mestral Libros, Valencia, 1987.
- A. Martínón (editor): *Las matemáticas del siglo XX: Una mirada en 101 artículos*. Sociedad “Isaac Newton” y Nivola, Madrid, 2000.
- L. Moledo: *De las tortugas a las estrellas*. AZ Editora, Buenos Aires, 1994.

En Internet

<http://www.sinewton.org>

Sociedad Canaria “Isaac Newton” de Profesores de Matemáticas

Las Matemáticas y la Cultura: Matemáticas, Arte y Ciencia en los comienzos de la Revolución Científica



Jesús Sánchez Navarro

Profesor Titular de Lógica y Filosofía de la Ciencia del Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia, la Educación y el Lenguaje de la Universidad de La Laguna
Director de Investigación de la Fundación Canaria “Orotava” de Historia de la Ciencia

Resumen

En el año de gracia de 1543, en dos ciudades del centro de Europa distantes apenas 300 kilómetros, Nuremberg y Basilea, se publicaron dos libros que jugaron un papel tan fundamental en el desarrollo de la ciencia que es frecuente situar en ese momento el comienzo de la Revolución Científica. El primero de ellos se titulaba *De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri Sex* y pretendía demostrar matemáticamente que, contra toda apariencia, las estrellas están inmóviles y el Sol ocupa el centro del universo, mientras la Tierra gira a su alrededor como los demás planetas, además de girar diariamente en torno a sí misma, todo lo cual explicaría perfectamente los movimientos que vemos cuando miramos al cielo. El segundo, titulado *De Humani Corporis Fabrica Libri Septem*, presenta un estudio completo de la anatomía humana, su organización articulada y la correspondencia entre su estructura interna y la apariencia externa, especialmente cuando la figura está en movimiento, manteniendo que todas y cada una de sus descripciones se verifican en el cadáver humano y defendiendo que la disección y observación cuidadosa de cuerpos humanos es la única fuente válida de conocimiento anatómico. Uno cambiaba decisivamente el curso de la más abstracta y matemática de las ciencias, la astronomía, no tanto introduciendo nuevos datos o descubrimientos observacionales, cuanto desarrollando hasta sus últimas consecuencias una interpretación alternativa de datos ya conocidos. El otro modificaba sustancialmente la más descriptiva de las ciencias, la anatomía, instaurando una nueva metodología asociada a nuevos métodos de enseñanza y a una reivindicación académica, profesional y cultural de la disciplina, lo que a su vez dio origen a un cúmulo de nuevos datos y descubrimientos observacionales. Fue un capricho del destino que los dos libros coincidieran en el tiempo y acabaran conduciendo a una nueva concepción del macrocosmos y del microcosmos y de las relaciones entre ellos, porque ambos libros, su gestación, sus objetivos inmediatos, la audiencia a la que iban dirigidos e incluso sus avatares posteriores fueron completamente diferentes. Difícilmente podrían encontrarse en la historia de la ciencia dos obras más distintas escritas por dos autores con caracteres y trayectorias vitales más dispares. Sin embargo, hay un elemento que los une. Ambos son consecuencia del Renacimiento, un movimiento cultural que había comenzado 100 años antes y había tenido su mayor reflejo en el arte. Aunque esta influencia se ha asumido tradicionalmente, nunca se ha intentado establecer la forma específica en que esa revolución artística, y especialmente la pintura, influyó en la obra de Copérnico y Vesalio y, a través de ellos, en la Revolución Científica. Lo que veremos en esta conferencia es cómo el desarrollo de la perspectiva, el interés en las proporciones y la representación naturalista del cuerpo en movimiento estuvieron detrás de la obra de Copérnico y Vesalio.

Bibliografía

- N. Copérnico: *Sobre las revoluciones de las esferas celestes*. Ed. Nacional.
N. Copérnico: *Commentariolus*. Alianza.
M.J. Crowe: *Theories of the world from Antiquity to the Copernican Revolution*. Dover.
A. Dürero: *Geometrie*. Ed. du Seuil.
S.Y. Edgerton: *The Renaissance rediscovery of linear perspective*. Basic Books.
S.Y. Edgerton: *The heritage of Giotto's geometry*. Cornell University Press.
J.V. Field: *The invention of infinity*. Oxford University Press.
J.V. Field, J.J. Gray: *The geometrical work of G. Desargues*. Springer.
T. Hall: *La revolución científica*. Crítica.
P. Hamou: *La vision perspective*. Payot.
N.R. Hanson: *Conjeturas y constelaciones*. Alianza.
T.S. Kuhn: *La revolución copernicana*. Ariel.
C. O'Malley: *Andreas Vesalius of Brussels*. University of California Press.
C.M. Saunders, C. O'Malley: *Illustrations from the works of A. Vesalius of Brussels*. Dover.
A. Vesalio: *De humani corporis fabrica*. Edisa.

En Internet

- http://www.bj.uj.edu.pl/bjmanus/revol/titlpg_e.html
Nicholas Copernicus: "De Revolutionibus"
Edición facsímil del manuscrito original de Copérnico.
- <http://webexhibits.org/calendars/year-text-Copernicus.html>
Full text - Nicholas Copernicus, "De Revolutionibus"
Traducción inglesa del texto de Copérnico.
- <http://www.frombork.art.pl/Ang01.htm>
Nicolaus Copernicus Museum in Frombork
Museo de Copérnico en su ciudad natal, con datos biográficos.
- <http://www.hps.cam.ac.uk/starry/starrymessenger.html>
Starry Messenger
Página de historia de la astronomía hasta la Revolución Científica (biografías, problemas, instrumentos).
- <http://www.hao.ucar.edu/public/education/sp/images/derevolutionibus.html>
Copernicus' De Revolutionibus
Breve historia de la física solar (esta es la parte dedicada a Copérnico).
- <http://www.dartmouth.edu/~matc/readers/renaissance.astro/0.intro.html>
As the World Turned
Recepción del Copernicanismo (con textos muy curiosos de Dee, Bruno, etc.).
- <http://www.octavo.com/products/index.html>
Octavo Products
Los libros de Copérnico y Vesalio están editados en CD por Octavo (como también Newton, Harvey, etc.). Esta es la página de la editorial, y pueden verse fragmentos de los libros.
- <http://vesalius.northwestern.edu>
Andreas Vesalius' De Humani Corporis Fabrica
Excelente página dedicada a Vesalio de la Universidad Northwestern.

http://www.nlm.nih.gov/exhibition/dreamanatomy/da_intro.html

Dream Anatomy

Exposición de imágenes de anatomía, muchas contemporáneas de Vesalio (para comparar con las de su libro).

<http://www.dartmouth.edu/~matc/math5.geometry/unit11/unit11.html>

Geometry in Art and Architecture

Curso sobre Arte y Ciencia, especialmente matemáticas (esta es la parte de perspectiva) de la Universidad de Dartmouth.

<http://www.crs4.it/Ars/arshtml/arstoc.html>

The Art of Renaissance Science

Página muy interesante sobre Arte y Ciencia en el Renacimiento mantenida por J. Dauben, un historiador de la ciencia especializado en Galileo.

http://mathforum.org/sum95/math_and/perspective/perspect.html#discussion

Perspective Drawing

Breve discusión de la perspectiva con enlaces a obras pictóricas.

De la necesidad de contar a la necesidad de escribir: Orígenes numéricos de la escritura cuneiforme



José R. Barrios García

Profesor Titular de Análisis Matemático del Departamento de Análisis Matemático de la Universidad de La Laguna
Miembro de la African Mathematical Union Commission on the History of Mathematics in Africa

<http://webpages.ull.es/users/jbarrios/page>

Resumen

La opinión generalizada entre los estudiosos es que la invención de la escritura tuvo lugar de forma independiente en, al menos, tres de las grandes civilizaciones antiguas: Mesopotamia, China y Mesoamérica. Resultados arqueológicos recientes hacen pensar que a esta corta lista podrían añadirse los sistemas de escritura surgidos en el antiguo Egipto y La India.

Las circunstancias que llevaron al descubrimiento de cada uno de estos cinco sistemas se desconocen casi por completo, excepto en el caso notable de Mesopotamia, donde investigaciones llevadas a cabo en las últimas décadas por diversos equipos de investigadores han podido establecer de forma clara las grandes líneas de su origen y desarrollo, aún divergiendo en detalles de mayor o menor consideración.

Según se deduce de estas investigaciones, hacia el 8000 AC las poblaciones neolíticas situadas en las márgenes de los ríos Tigris y Éufrates comenzaron a utilizar pequeñas fichas de barro con formas geométricas sencillas (conos, discos, esferas, tetraedros, cilindros, ovoides) para llevar la contabilidad de sus modestas economías locales. Es importante notar que se trata de un sistema de numeración concreta, donde la forma de la ficha indica lo que se está contando. Así, un cono podría representar, digamos, una medida de grano; un ovoide, una jarra de aceite, etc.

Como es bien sabido, propiciado por el descubrimiento de la agricultura y la ganadería, el proceso de concentración de la población desde los pequeños poblados neolíticos hacia las primeras ciudades-estado fue poniendo las bases de una sociedad cada vez más compleja, cuyas economías estaban fuertemente dirigidas desde ciertas unidades administrativas radicadas en templos y palacios. Este proceso culminaría con la creación de las primeras civilizaciones mesopotámicas.

Hacia el 4400 AC, las necesidades administrativas favorecieron la introducción de diversas innovaciones en el sistema contable de fichas de barro. Dichas innovaciones culminarían hacia el año 3000 AC con la invención de la escritura cuneiforme.

La primera innovación (c. 4400 AC) consistiría en la introducción de un repertorio de fichas mucho más variado en cuanto a forma y decoración (*fichas complejas*), para poder dar razón de las transacciones efectuadas con los cada vez más numerosos y variados productos manufacturados.

La siguiente innovación (c. 3600 AC) consistiría en encerrar las fichas que reflejaban una determinada transacción en envoltorios esféricos de barro, para evitar su dispersión y mantener así la integridad de la información.

Muy pronto, para conocer el contenido de un envoltorio sin tener que romperlo, se procedió a imprimir su superficie con las siluetas de las fichas que encerraba. Notando que la información que proporcionaban las fichas encerradas se encontraba ya en la superficie del envoltorio, los administradores de los templos se limitaron más tarde (c. 3500 AC) a imprimir directamente las fichas sobre tablillas planas de barro.

Extremadamente simples al principio, las tablillas de este periodo presentan poco después (c. 3400 AC) la importante novedad de incluir diversos signos curvilíneos que designan objetos, nombres de lugares, títulos oficiales, etc., y complementan la información numérica registrada. Dichos signos se trazaban sobre la arcilla con los extremos de una caña puntiaguda o cálamo. Igualmente, la impresión de fichas de barro sobre la arcilla fue sustituida por impresiones circulares y semicirculares de un cálamo de sección circular.

El sistema evolucionó, de forma que pronto (c. 3200 AC) se utilizaron simultáneamente unos quince sistemas de numeración, cada uno de los cuales servía para contar o medir un cierto tipo de objetos, totalizando en conjunto unos 60 signos diferentes. Paralelamente, el sistema de signos no numéricos fue aumentando, de forma que actualmente se conocen unos 1200 signos y variantes pertenecientes a este periodo. La introducción de un nuevo tipo de cálamo de sección triangular propició que los signos no numéricos sufrieran un proceso de abstracción a medida que su representación curvilínea iba siendo sustituida por una secuencia de pequeños trazos rectos impresos, con forma de cuña. De ahí que este tipo de escritura reciba el nombre de *cuneiforme*.

Hacia el 3000 AC, la necesidad, entre otras, de registrar los nombres propios de los participantes en cada transacción llevó a utilizar los ideogramas con el valor fonético de su primera sílaba (*silabogramas*).

Durante el tercer milenio AC la escritura ideográfica arcaica se convertiría progresivamente en una escritura que utilizaba ideogramas y silabogramas conjuntamente. A finales del tercer milenio AC, tanto una gran simplificación del conjunto de signos como la plena asunción del principio fonológico supondrían el pleno desarrollo de la nueva escritura cuneiforme.

Bibliografía

- V.G. Childe: *Los Orígenes de la Civilización*. Fondo de Cultura Económica, Madrid, 1981 [1936].
- P. Damerow: *Abstraction and Representation. Essays on the Cultural Evolution of Thinking*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1996.
- J. Friberg: Pre-literate counting and accounting in the Middle East. A constructively critical review of Schmandt-Besserat's "Before Writing". *Orientalistische Literaturzeitung* **89** (1994), 477-502.
- H.J. Nissen, P. Damerow, R.K. Englund: *Archaic Bookkeeping. Early Writing and Techniques of Economic Administration in the Ancient Near East*. University of Chicago Press, Chicago, 1993.
- D. Schmandt-Besserat: *Before Writing. From Counting to Cuneiform*. University of Texas Press, Austin, 1992.

En Internet

<http://classes.bnf.fr/dossiecr/index.htm>

L'Aventure des Écritures (BnF)

Dossier pedagógico de la Biblioteca Nacional Francesa.

<http://www.ancientscripts.com>

Ancient Scripts

Página sobre escrituras antiguas mantenida por Lawrence K. Lo.

<http://cdli.mpiwg-berlin.mpg.de>

Cuneiform Digital Library Initiative

Proyecto conjunto de la Universidad de California-Los Ángeles y el Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia.

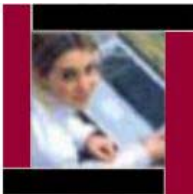
<http://it.stlawu.edu/~dmelvill/mesomath>

Mesopotamian Mathematics

Página mantenida por Duncan J. Melville, Profesor Asociado de Matemáticas en St. Lawrence University (Canton, NY).

Naturaleza del conocimiento matemático y sus implicaciones en la Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Secundaria

SCTM03



Martín M. Socas Robayna

Catedrático de Didáctica de la Matemática del Departamento de Análisis Matemático de la Universidad de La Laguna
Miembro de la Comisión de Educación de la Real Sociedad Matemática Española

Resumen

La integración de nuestro país en la Comunidad Europea planteó a nuestro Sistema Educativo nuevas demandas; entre otras, se encuentran los esfuerzos para mejorar la calidad de la enseñanza en todos sus niveles, la necesaria reforma de la Educación Secundaria para ampliar el período de enseñanza obligatoria hasta los dieciséis años, y la necesidad de que desaparezcan las distancias y desigualdades educativas debidas a causas sociales, culturales o económicas. Es dentro de este marco que las Matemáticas no deben aparecer sólo como una disciplina formal que se construye lejos de nosotros y de nuestros intereses, sino más bien como un lenguaje que se manifiesta en todas las formas de expresión humana y que emerge como un derecho cultural esencial para todos los sujetos de la sociedad.

Hablar de la Enseñanza de las Matemáticas es hablar de las Matemáticas como parte importante de la tarea docente. Conocer y dominar las Matemáticas es una condición necesaria para enseñarlas de forma adecuada, es decir, el conocimiento matemático debe constituir el punto de partida básico para empezar a hablar de los aspectos educativos. Muchas de las determinaciones didácticas que se adopten estarán condicionadas por las características de dicho conocimiento, el cual llega a imprimir al proceso educativo una serie de presupuestos peculiares y diferenciados de los que corresponden a otras disciplinas.

La Matemática constituye una disciplina multiforme, que tiene un uso plural, que se ha manifestado en la enseñanza, como señala Romberg (1991), con rasgos diferentes, dependiendo de las épocas y de los autores. Es, en general, considerada de formas diversas: conjunto de técnicas para aprobar un examen, cuerpo de conocimientos para ser aprendido, lenguaje específico con una notación particular, estudio de las estructuras lógicas subyacentes, juego artificial jugado por un matemático, construcción de modelos útiles en la ciencia, procedimientos de cálculo necesarios para aplicar el conocimiento... Lo importante no son los distintos aspectos de la Matemática en los que se puede o no incidir, sino el conocimiento de los elementos principales que conforman la disciplina, y hacer recaer la actividad matemática en el desarrollo de estos elementos principales.

La racionalidad de la Matemática no la podemos supeditar a la consistencia lógica de sus resultados expresados en un lenguaje formalizado. Su racionalidad es inseparable de la actividad matemática, de la conjetura, del ensayo, del error, de la construcción de lenguajes, de resultados susceptibles de completarse y mejorarse, ... La Matemática como empresa humana y racional se mueve entre dos posiciones: por un lado, su naturaleza histórica, que nos muestra la potencialidad de la creación humana; y, por otro, los objetos matemáticos, los elementos de esa cultura que llamamos culturización matemática, que nos permite hablar de descubrimiento.

Vemos cómo el lenguaje, como elemento mediador en la cultura matemática, nos va a permitir hablar a la vez de creación y descubrimiento.

Los problemas relativos a la Filosofía de la Matemática pueden ser abordados, en la actualidad, desde las dos grandes posiciones que han caracterizado la naturaleza del conocimiento matemático durante las distintas épocas: la *prescriptiva* (o *normativa*) y la *descriptiva* (o *naturalista*). La primera parte procede de una posición absolutista de la Matemática, y la segunda analiza el conocimiento matemático desde la práctica matemática y sus aspectos sociales. La relación entre la enseñanza de las Matemáticas y estos dos grandes enfoques en la Filosofía de la Matemática es una cuestión evidente (Ernest, 1994).

En esta ponencia se realiza una reflexión sobre la naturaleza de las Matemáticas en sus diferentes aspectos, así como las implicaciones que se derivan en relación con las propuestas curriculares para Matemáticas en la Educación Secundaria.

Bibliografía

- P. Ernest: The philosophy of mathematics and the didactics of mathematics. En R. Biehler et al. (editores): *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*, pp. 335-349. Kluwer, Dordrecht, 1994.
- C. Cañón: *La matemática: Creación y descubrimiento*. Publicaciones de la Universidad Pontificia de Comillas, Madrid, 1993.
- P.J. Davis, R. Hersh: *Experiencia matemática*. MEC-Labor, Madrid, 1988. [Título original: *The Mathematical Experience*. Birkhäuser, Boston, 1982].
- P. Kitcher: *The Nature of Mathematical Knowledge*. Oxford University Press, Oxford, 1984.
- I. Lakatos: *Matemáticas, ciencia y epistemología*. Alianza, Madrid, 1981.
- S. Restivo: *Mathematics in Society and History*. Kluwer, Dordrecht, 1992.
- T.A. Romberg: Características problemáticas del currículo escolar de matemáticas. *Revista de Educación* **294** (1991), 323-406.

Aplicaciones estadísticas en las Ciencias Sociales



Juan Camacho Rosales

Profesor Titular de Metodología de las Ciencias del Comportamiento
Departamento de Didáctica e Investigación Educativa y del Comportamiento
Universidad de La Laguna

Resumen

A medida que la Ciencia progresa, sus teorías se van haciendo más y más matemáticas en la forma. Hay una relación positiva entre el progreso de una Ciencia y el grado de su desarrollo matemático.

No es necesario que el investigador en Ciencias Sociales sea un especialista en áreas matemáticas concretas; lo verdaderamente importante es que sepa acercarse con mentalidad matemática a los problemas que se le plantean. La mentalidad matemática se define como la comprensión del proceso lógico subyacente al razonamiento matemático: entender la estructura formal del modelo matemático y las condiciones que lo hacen posible.

Las principales aplicaciones estadísticas en cualquier campo, no sólo en el de las Ciencias Sociales, descansan sobre el hecho de poder hacer observaciones o experimentos repetidos, esencialmente, bajo las mismas condiciones. En algunas áreas de la investigación, los objetos o fenómenos observados bajo las mismas condiciones variarán sólo en pequeña medida (en las ciencias físicas, donde las observaciones controladas dan prácticamente los mismos resultados). Pero, por otro lado, especialmente en las Ciencias Sociales, aunque el experimentador haga un esfuerzo sobrehumano para observar repetidamente bajo las mismas condiciones, se encontrarán diferencias entre las observaciones, y las diferencias, ordinariamente, no serán despreciables.

La Estadística es el estudio de fenómenos donde, bajo un mismo conjunto de condiciones, las distintas medidas obtenidas presentan variabilidad, y por tanto resultados impredecibles a priori; es decir, existe incertidumbre asociada al conocimiento del objeto de estudio. Aceptado que la Estadística trata sobre la incertidumbre, cabe preguntarse si la naturaleza está determinada o, en realidad, la incertidumbre es inherente a la misma y por tanto está indeterminada. Y si está indeterminada entonces la Estadística tratará sobre la misma esencia de la realidad empírica.

Definamos entonces la Estadística como aquella manera de pensar de la cual se deriva una forma de representar los sistemas y razonar sobre ellos, sobre una naturaleza que se muestra indeterminada. La Estadística puede considerarse una Ciencia que guía la extracción de conocimiento, e implica una manera de conceptualizar cualquier problema donde la incertidumbre es inherente a la comprensión del objeto de estudio, y por lo tanto nuestro discernimiento sólo puede ser probabilístico y expresado mediante leyes estadísticas.

Aunque la organización de la información, las transformaciones y la depuración de los datos no sean características esenciales de la Estadística, eso no implica que no puedan ser incluidas en una definición de la disciplina.

El objetivo de la Estadística como Ciencia es mejorar el nivel de vida de la sociedad. Estadística deriva de la palabra Estado y etimológicamente significa recoger información para

tomar decisiones de cómo repartir comida o trabajo. La Estadística moderna se ocupa de la recolección, análisis e interpretación de información, tanto cuantitativa como cualitativa. Y los métodos estadísticos son particularmente útiles cuando hay variabilidad en la medición.

Un estadístico trabajando en el campo de las Ciencias Sociales se ocupa de las siguientes cuestiones:

- ¿Qué datos se necesita recoger?
- ¿Cómo se pueden usar los recursos disponibles más eficientemente para recolectar los datos?
- ¿Cómo especificar un modelo matemático que describa el proceso que ha generado los datos?
- Depuración y transformación de los datos
- ¿Cómo presentar los datos de manera que transmitan sus rasgos más esenciales de una manera clara?
- ¿Qué conclusiones se pueden extraer de los datos y cuál es el grado de incertidumbre de estas conclusiones?
- ¿Qué acciones se debe tomar en base a las conclusiones extraídas de los datos?

En la actualidad la Estadística es probablemente una de las disciplinas científicas más utilizada y estudiada en todos los campos del conocimiento humano. Por ejemplo, en la Administración de Empresas se utiliza para evaluar la aceptación de un producto antes de comercializarlo; en Economía, para medir la evolución de los precios mediante números índice, o para estudiar los hábitos de consumo mediante encuestas; en Ciencias Políticas para conocer la preferencia de los electores antes de la votación mediante sondeos, y así orientar las estrategias de los candidatos; en Sociología para estudiar las opiniones de los colectivos sociales sobre temas de actualidad; en Psicología para elaborar las escalas de los tests y cuantificar aspectos del comportamiento humano; en general, en las Ciencias Sociales para medir la relación entre variables y hacer predicciones sobre ellas.

Bibliografía

- J. Amón: *Estadística para Psicólogos: 1 Estadística Descriptiva*. Pirámide, Madrid, 1980.
- J. Arnau: *Técnicas de Análisis Avanzadas y Diseño de Investigación: Tendencias Actuales y Líneas Futuras de Desarrollo*. En J. Arnau (editor): *Métodos y Técnicas Avanzadas de Análisis de Datos en Ciencias del Comportamiento*. EUB, Barcelona, 1996.
- G. Glass, J. Stanley: *Métodos Estadísticos aplicados a las Ciencias Sociales*. Prentice Hall, Madrid, 1980.
- W. Hays: *Statistics for the Social Sciences*. Holt, Rinehart & Winston, London, 1973.
- D. Peña, J. Romo: *Introducción a la Estadística para las Ciencias Sociales*. McGraw-Hill, Madrid, 1997.
- A. Solanas et al.: La Enseñanza de la Estadística en las Ciencias del Comportamiento a Inicios del Siglo XXI. *Metodología de las Ciencias del Comportamiento* **4**, no. 2 (2002), 157-183.

Modelos de Aproximación Racional en Economía



Concepción N. González Concepción

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

<http://webpages.ull.es/users/cogonzal>

Resumen

Como sabemos y experimentamos en nuestra vida cotidiana, las sociedades modernas exigen de manera creciente ciertas habilidades como pueden ser la eficiencia en la organización, clasificación, análisis y asimilación de la información, valoración de diferentes opciones, toma de decisiones, predicciones y finalmente actuaciones... habilidades que podríamos adquirir con el estudio y uso de las Matemáticas.

Paralelamente, al menos en los países denominados *desarrollados*, presumimos de disponer de muchos medios, en particular tecnológicos, y de mucha información. Sin embargo, se está comprobando que es más limitada la capacidad para captarla, interpretarla, analizarla y relacionar coherentemente todas las variables que influyen en los procesos de toma de decisiones. En este momento, las enormes posibilidades computacionales y la propia tecnología de la información no hacen más que demandar nuevas ideas matemáticas que permitan avanzar económica y tecnológicamente, pero en equilibrio con la vida humana y, en general, con la conservación de nuestro planeta en condiciones favorables para el medio ambiente.

Dividiremos la charla en dos partes. En la primera, a modo de preámbulo, tratamos de exponer la Economía como Ciencia, para reconocer que desde el punto de vista histórico esta característica de Ciencia es realmente algo “reciente”. Citaremos algunos ejemplos sobre el cómo, el porqué y para qué los economistas construyen modelos usando las Matemáticas tanto teórica como empíricamente.

En la segunda mencionaremos un tipo particular de modelos útiles en Economía, a saber, modelos dinámicos para datos cronológicos que permiten establecer la causalidad de las relaciones entre variables así como trazar trayectorias temporales de ajuste y predicción. Lo ilustraremos mostrando algunos modelos que se construyen utilizando aproximación racional y métodos numéricos de optimización. Veremos el uso de los mismos desde el punto de vista computacional y experimental en dos casos específicos de nuestro entorno socioeconómico – datos financieros del mercado español y datos agrosociales del sector platanero de Canarias –. Asimismo, mostraremos 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 se forman sobre un proceso económico concreto.

Bibliografía

- H.J. Arrow, M.D. Intriligator, W. Hildebrand (editores): *Handbook of Mathematical Economics*. North-Holland, Amsterdam, 1984-1991.
K. Devlin: *El lenguaje de las matemáticas*. Ediciones Robinbook, Barcelona, 2002.

- C. González Concepción, M.C. Gil Fariña: *El lenguaje de la ciencia económica: ¿Por qué la economía no prescinde de las matemáticas?* Editorial RA-MA, Madrid, 2000.
- M.C. Gil Fariña, C. González Concepción: 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, no. 194 (2002), 127-146.
- M.C. Gil Fariña, R.M. Lorenzo Alegría: An application of Padé approximation to volatility modeling. *International Advances in Economic Research* 5, no. 4 (1999), 446-465.
- M. Szenberg (editor): *Grandes economistas de hoy*. Editorial Debate, Madrid, 1994.

En Internet

<http://almaz.com/nobel/economics>

Nobel Prize in Economic Sciences Winners 2002-1969

The Nobel Prize Internet Archive.

<http://www.euro.mineco.es>

EuroWeb

Ministerio de Economía de España.

La Matemática y la sabiduría popular de los canarios



José M. González Rodríguez

Catedrático de Economía Aplicada
Departamento de Economía Aplicada
Universidad de La Laguna

Resumen

La Matemática, entendida como paradigma de lo abstracto y, en apariencia, alejada del contraste ha venido enseñándose desde un punto de vista enteramente formal, sobre todo a partir de la revolución Bourbakiana. Aunque en el albor de la Ciencia Moderna las disciplinas aplicadas: Metrología, Astronomía, Meteorología y otras, conformaban el corpus de las enseñanzas propias de los currículos medievales, y el desarrollo de la nueva Ciencia se dio en conjunción con tales aplicaciones, en la perspectiva actual son escasos los ejemplos de teorías que expliquen la naturaleza tal como la entiende la gente ajena a la instrucción en niveles superiores.

Por ello, queremos centrar nuestra atención en las prácticas y técnicas de naturaleza matemática, que, cotidianamente, ejecuta nuestro pueblo. Son éstas estrategias productivas o formas de actuación sobre el medio, carentes de cuestiones especulativas, pero de fácil aplicación y comprensión. Dichos procedimientos atañen fundamentalmente a las Ciencias Aplicadas del estudio de la Naturaleza: Meteorología, Cronología, Geofísica, Metrología, y otras; y en cada una de ellas cabe extraer un buen número de aplicaciones pedagógicas. Veremos que existe un compendio de procedimientos prácticos, de uso generalizado entre nuestros antecesores, que esconden una explicación científica nada trivial, y que han otorgado carácter de sabiduría a las prácticas de nuestros agricultores y campesinos.

Bibliografía

- C. de Arribas Sánchez: *A través de las Islas Canarias*. Museo Arqueológico, Cabildo de Tenerife, S/C de Tenerife, 1993.
- A. de Chaves: *Espejo de navegantes*. Museo Naval, Madrid, 1983.
- J. Estévez Méndez: *Problemas de Matemáticas*. S/C de Tenerife, 1954.
- J.M. González Rodríguez: *Medidas y contabilidades populares: Las cuentas de las pescadoras y venteras del Valle de La Orotava*. Centro de la Cultura Popular Canaria, La Laguna, 1992.
- J.M. González Rodríguez: *La sabiduría popular: Técnicas y conocimientos científicos tradicionales en Canarias*. Centro de la Cultura Popular Canaria, La Laguna, 1993.
- A. de Herrera: *Agricultura general*. Ministerio de Agricultura, Madrid, 1996.
- N. de Hoyos Sainz: *Manual de Folklore: La vida popular tradicional en España*. Ediciones Istmo, Madrid, 1985.
- B. Morroyo y Gago: *Tratado elemental de Geometría*. Imprenta y Librería Moderna, Logroño, 1916.

J. Padrón Machín: *El Hierro: Séptima Isla*. Aula de Cultura del Cabildo Insular de Tenerife y Centro de la Cultura Popular Canaria, S/C de Tenerife, 1989.

Vitruvio: *Los diez libros de arquitectura*. Alianza Forma no. 133, Madrid, 1995.

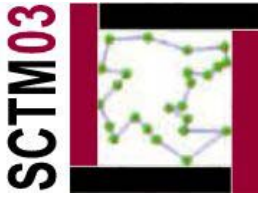
En Internet

<http://nti.educa.rcanaria.es/culturacanaria/matematicas/mattrad.htm>

Las matemáticas y las ciencias tradicionales en Canarias

Curso de Cultura Canaria de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de Canarias.

Optimización Matemática: Ejemplos y aplicaciones



Juan J. Salazar González

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

<http://webpages.ull.es/users/jjsalaza>

Resumen

Esta charla introduce diversas aplicaciones de la Optimización Matemática, tanto de la Lineal Continua como de la Entera. El objetivo es mostrar algunas de las tantas situaciones reales que demandan métodos de optimización. En cada situación se propone un *Modelo Matemático*, punto de partida fundamental para intentar afrontar su resolución mediante Programación Matemática. En el curso veremos además algunas herramientas que permiten encontrar soluciones para los problemas a partir de los modelos.

Bibliografía

- A.V. Aho, J.E. Hopcroft, J.D. Ullman: *Data Structures and Algorithms*. Addison-Wesley, Reading (Massachusetts), 1983.
- M.S. Bazaraa, J.J. Jarvis, H.D. Sherali: *Linear Programming and Network Flows*. John Wiley & Sons, New York, 1990.
- V. Chvátal: *Linear Programming*. Freedman, 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: *Programación Matemática*. Díaz de Santos, Madrid, 2001.
- H.A. Taha: *Investigación de Operaciones, una introducción*. Prentice Hall, México, 1998.
- H.P. Williams: *Model Building in Mathematical Programming*. John Wiley & Sons, Chichester, 1999.
- L.A. Wolsey: *Integer Programming*. John Wiley & Sons, New York, 1998.

En Internet

<http://neos.mcs.anl.gov>

NEOS Server for Optimization
Servidor web sobre Optimización.

<http://www.caam.rice.edu/~mathprog>

MPS
Mathematical Programming Society.

<http://www.euro-online.org>

EURO

Asociación de las Sociedades Europeas de Investigación Operativa.

<http://www.informs.org>

INFORMS Online

Institute for Operations Research and the Management Sciences.

<http://mat.gsia.cmu.edu>

Michael Trick's Operations Research Page

<http://www.dash.co.uk>

Dash Optimization - Home of Xpress-MP optimisation software

Software comercial para Optimización.

<http://www.lindo.com>

LINDO Systems

Software comercial para Optimización.

<http://www.ilog.com/products/cplex>

ILOG CPLEX

Software comercial para Programación Matemática.



José L. Fernández Pérez

Catedrático de Análisis Matemático del Departamento de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Madrid
Director Gerente de Consultoría de Riesgos e I+D de “Tecnología, Información y Finanzas” (Grupo Analistas)

Resumen

Los modelos matemáticos pretenden captar la estructura de las relaciones causales entre las características fundamentales de cierta realidad concreta. Su utilidad es funcional. Un buen modelo es aquel que permite analizar y diagnosticar esa realidad, pronosticar su evolución (sea ésta determinista, probabilista o caótica) y tomar decisiones sobre la interacción más conveniente o el curso de acción a seguir; una suerte de test de Turing: el modelo es bueno si funciona (y si nos ayuda a comprender una realidad).

La necesidad de ser capaces de computar con el modelo escogido ha limitado tradicionalmente la ambición de su diseño. Los modelos han sido lineales, continuos, aplicables sólo a cortos espacios de tiempo, o en condiciones ideales, etc., no porque se creyera que así era la realidad, sino porque con esa primera aproximación se podía calcular, y porque, a no dudarlo, han funcionado extraordinaria, e, incluso, sorprendentemente bien. No hay mejor ejemplo de esto que las leyes de gravitación de Newton: elegantes, profundas, sencillas, y de precisión asombrosa.

Pero, hoy en día, animados por la prodigiosa potencia computacional de que ahora disponemos, nos atrevemos a modelizar realidades cada vez más complejas, donde muchas ecuaciones prescriben el comportamiento simultáneo de muchas variables, donde se incorpora la retroalimentación de causas, con efectos no-lineales que combinan ingredientes aleatorios y caóticos, y donde observamos y analizamos evoluciones temporales de largo alcance. Una complejidad que rehuye formulación cerrada, y que sólo se puede abordar mediante la simulación del modelo en el ordenador. Sistemas biológicos, económicos o financieros, el clima, o la turbulencia, enmarcan el ámbito de estas cuestiones.

El ordenador constituye un verdadero laboratorio de realidades complejas: un instrumento que permite trasladar el conocimiento organizado, a través de ese software mental que son las matemáticas, y de los modelos que concibe, en una realidad virtual sobre la que podemos actuar inocuamente. Nos permite experimentar recetas de política económica, para luego escoger la más conveniente, sin un (inadmisible) proceso de prueba y error sobre economías reales. Permite diseñar completamente un avión como el Boeing 777 pasando directamente de su concepción en el ordenador a la fase de producción, sin túneles de viento, ni prototipos. O simular explosiones termonucleares de distantes estrellas, y también de bombas atómicas, sin agredir desiertos ni atolones. O analizar los efectos de políticas alternativas de gestión ambiental sobre un ecosistema sin alterarlo irremediamente.

Esta potencia requiere control. La simulación de un modelo no puede ser una suerte de caja negra, porque queremos entender. La complejidad de las realidades, la ambición de los modelos y la repercusión de las decisiones que emanan de su análisis generan inestabilidad. Son muchos los ejemplos de fracasos derivados de una excesiva fe en la modelización y su

simulación, al fin y a la postre (pero esto es casi una tautología) por no haber profundizado en la comprensión que la computación aporta en cuanto a diagnóstico de relaciones causales en la realidad a estudio.

En la gestión financiera, y para la toma de decisiones que conlleva, se comenzaron a desarrollar modelos científicos hace tan sólo unas decenas de años. Se trataba de modelos, ¡cómo no!, estilizados. Pero los sistemas financieros son sistemas complejos, y ya se ha generalizado el uso de ambiciosos modelos estocásticos complejos que permiten simular la evolución aleatoria integrada del negocio, de la estructura financiera, de las condiciones macroeconómicas y de los resultados de estrategias de gestión alternativas. Se trata de modelos que facilitan un proceso de decisión que tiene en cuenta no sólo un escenario medio de referencia, sino la incertidumbre inherente y la ulterior gestión activa.

Bibliografía

- D.N. Arnold: *Mathematics in Industry and Government*. Presentación, NSF VIGRE meeting, Reston (Virginia), 4 de mayo de 2002.
[Disponible en <http://www.ima.umn.edu/~arnold/talks/industry.pdf>].
- N. Barberis, R. Thaler: *A survey of behavioral finance*. National Bureau of Economic Research, Documento de trabajo 9222, septiembre de 2002.
[Disponible en <http://papers.nber.org/papers/w9222>].
- A.J.G. Cairns: *An Introduction to Stochastic Pension Plan Modelling*. Nota técnica 94/11. Workshop on Interest Rate Risk, Vancouver, 19-20 de agosto de 1994.
[Disponible en <http://www.ma.hw.ac.uk/~andrewc/papers/ajgc6.pdf>].
- S.P. D'Arcy: Enterprise Risk Management. *Journal of Risk Management of Korea* **12**, no. 1 (por aparecer).
[Disponible en <http://www.cba.uiuc.edu/~s-darcy/papers/erm.pdf>].
- R. Kaufmann: *Dynamic Financial Analysis*. Presentación, 4 de julio de 2000.
[Disponible en <http://www.math.ethz.ch/~kaufmann/DFA/DFA.pdf>].
- A.J. McNeil: *Risk Management, An Overview*. Presentación, Swiss Banking School, 17-18 de septiembre de 2001.
[Disponible en <http://www.math.ethz.ch/~mcneil/ftp/bankschool.pdf>].
- R.J. Shiller: Human behavior and the efficiency of the financial system. En J.B. Taylor and M. Woodford (editores): *Handbook of Macroeconomics, Vol. 1* (1999), pp. 1305-1340.
[Disponible en <http://cowles.econ.yale.edu/P/cd/d11b/d1172.pdf>].
- Enterprise Risk Management: An Analytic Approach*. Monografía de la Consultora Tillinghast-Towers Perrin, 2000.
[Disponible en http://www.tillinghast.com/tillinghast/publications/reports/Enterprise_Risk_Management_An_Analytic_Approach/erm2000.pdf].

En Internet

<http://www.afi.es>

InfoAnalistas

Portal del Grupo Analistas Financieros Internacionales.

<http://www.grupoanalistas.com>

Grupo Analistas

Información corporativa del Grupo Analistas Financieros Internacionales.

<http://15aniversario.afi.es>

XV aniversario Grupo Analistas

<http://archives.math.utk.edu/topics/computationalScience.html>

Computational Science

Archivo de artículos y enlaces en Ciencia Computacional.

La proyección social de las Matemáticas



Mesa redonda

Coordinador: *Ramón Á. Orive Rodríguez*

Profesor Titular de Matemática Aplicada del Departamento de Análisis Matemático y Decano de la Facultad de Matemáticas de la Universidad de La Laguna

Ponentes:

Javier Ariz Tellería

Licenciado en Ciencias Biológicas e Investigador del Área de Pesca del Centro Oceanográfico de Canarias

Luis Balbuena Castellano

Catedrático de Matemáticas del IES “Viera y Clavijo” de La Laguna y miembro fundador de la Sociedad Canaria “Isaac Newton” de Profesores de Matemáticas

Alfredo Bermúdez de Castro

Catedrático y Director del Departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela

Jorge Casas Pérez

Técnico de “General Electric” y alumno de la Facultad de Matemáticas de la Universidad de La Laguna

Álvaro Dávila González

Director del Instituto Canario de Estadística

José L. Fernández Pérez

Catedrático de Análisis Matemático de la Universidad Autónoma de Madrid y Director Gerente de Consultoría de Riesgos e I+D de “Tecnología, Información y Finanzas” (Grupo Analistas)

Laureano González Vega

Catedrático de Álgebra y Decano de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cantabria

Resumen

Esta mesa redonda supone la culminación del Módulo I, sobre *Matemáticas y Sociedad*, del Curso Interdisciplinar “Sociedad, Ciencia, Tecnología y Matemáticas”. Con la participación de profesionales cuyo trabajo está total o muy directamente relacionado con las Matemáticas, que actuarán como ponentes, y con las preguntas o comentarios que vayan surgiendo desde la audiencia, pretendemos que en el transcurso de esta mesa-coloquio se den cita algunas de las tendencias y controversias actuales acerca de la proyección social de las Matemáticas, tratando de abarcar la mayor variedad posible de aspectos de esta realidad poliédrica, algunos de las cuales pueden ser:

- Aplicabilidad de las Matemáticas – y los matemáticos – a otras ciencias experimentales y sociales en la sociedad actual.
- Las Matemáticas como herramienta imprescindible en la técnica y en la industria.
- Necesidad de una mayor conexión entre Universidad y Empresa.

- Situación de la investigación en Matemáticas en España y transferencia de resultados.
- Conexión entre Matemáticas y Sociedad. Conveniencia y necesidad de una mayor divulgación social de la belleza y la aplicabilidad de las Matemáticas, así como de un mayor esfuerzo pedagógico en la transmisión de los conocimientos matemáticos.
- Necesidades de adecuación de los actuales planes de estudio de Matemáticas en las universidades españolas, máxime ante el reto inminente de la convergencia europea en materia universitaria.
- Necesidad de definir nuevas salidas profesionales para los matemáticos, y de favorecer posibles mecanismos de integración de éstos en equipos multiprofesionales.

El análisis de la situación académica y socio-económica actual, que propicia la necesidad de este coloquio, así como de este Curso Interdisciplinar y de otras actividades similares que se están llevando a cabo en otras muchas universidades, arroja un balance muy claro: pese a que nuestra sociedad está cada vez más matematizada e informatizada -no sólo en lo referente a las tradicionalmente denominadas ciencias “puras” y “duras” sino también en lo tocante a las ciencias humanas y sociales e, incluso, en casi todo aquello que afecta a la vida cotidiana de las personas-, las Matemáticas siguen siendo unas grandes desconocidas. Esta fue, a grandes rasgos, la principal conclusión que llevó a declarar el año 2000 como Año Mundial de las Matemáticas y a organizar, seguidamente, toda una serie de actividades destinadas a intentar acercar a la sociedad la realidad de esta disciplina. En esta misma línea, cabe destacar las sucesivas reuniones de Decanos y Directores de Matemáticas que se han venido celebrando anualmente en España desde 1999.

Es indudable que buena parte de ese desconocimiento social de las Matemáticas viene determinado por la falta de capacidad y/o interés de los propios matemáticos por conectar con el resto de los agentes sociales, profesionales y empresariales cuya práctica diaria demanda el uso constante de Matemáticas. De ahí que, sin menoscabo de los debates “internos” de la comunidad matemática sobre la situación actual (planes de estudio, salidas profesionales, ...), sea imprescindible recabar la opinión y la experiencia de los “otros”, que también las utilizan o necesitan. En este sentido, creemos que la selección de los participantes en esta mesa redonda, matemáticos y no matemáticos, todos ellos profesionales de prestigio muy interesados en nuestra disciplina, servirá para extraer valiosas conclusiones acerca de la realidad actual de las Matemáticas, su aplicabilidad y su conexión con la sociedad.

Bibliografía

- C. Andradás, E. Zuazua (coordinadores): *Informe sobre la investigación matemática en España en el periodo 1990-1999*. Comité Español para el Año Mundial de las Matemáticas CEAMM2000.
[Disponible en <http://www.rsme.es/inicio/informem.pdf>].
- J. Bruna: Una reflexión sobre los estudios de matemáticas y sus perspectivas. *La Gaceta de la RSME* **3**, no. 1 (2000), 43-64.
- P.A. Griffiths: Mathematics at the turn of the millennium. *Amer. Math. Monthly* **107**, no. 1 (2000), 1-14. [Versión en castellano: Las Matemáticas ante el cambio de milenio. *La Gaceta de la RSME* **3**, no. 1 (2000), 23-41. Disponible en <http://www.mat.ucm.es/deptos/am/guzman/griffithsgaceta/griffithsgac.html>].
- J.L. Vázquez: The importance of Mathematics in the development of Science and Technology. *Boletín SEMA* **19** (2001), 69-112. [Versión (reelaborada) en castellano: Matemáticas,

Ciencia y Tecnología: Una relación profunda y duradera. Ambas versiones disponibles en http://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/jvazquez/jlvscr.html].

Documento de trabajo del proyecto piloto auspiciado por la CRUE sobre la integración de los estudios españoles de Matemáticas en el espacio europeo de enseñanza superior.

[Disponible en <http://www.matematicas.us.es/Bolonia/documento.htm>].

El papel de las matemáticas en la empresa. Recopilación de intervenciones en los “Encuentros Universidad-Sociedad”. Universidad del País Vasco, Bilbao, febrero de 2000.

[Disponible en <http://www.ehu.es/gizartekontseilua/pdf/encuentros/matematicas.pdf>].

En Internet

<http://www.rsme.es/comis/educ/debate.htm>

Debate: “La enseñanza de las Matemáticas en España”

Comisión de Educación de la RSME.

<http://www.ams.org/ams/mathmoments.html>

Mathematical Moments

Programa de la American Mathematical Society para promover el conocimiento y la apreciación del papel que las Matemáticas juegan en la naturaleza, la ciencia, la tecnología y la cultura.

<http://plus.maths.org>

Plus Magazine

Revista electrónica mensual patrocinada por la Universidad de Cambridge que introduce a los lectores en la belleza y la aplicabilidad de las Matemáticas.

<http://ochoa.mat.ucm.es/~guzman/00edumatuniv/index.html>

Problemas de la Educación Matemática en la Universidad

Material puesto a disposición de los asistentes en la mesa redonda celebrada en abril de 2001 en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid.

<http://www.ams.org/new-in-math/happening.htm>

What's Happening in the Mathematical Sciences

Serie de publicaciones divulgativas sobre la actualidad de la investigación matemática, escrita por B. Cipra y editada por la American Mathematical Society.

