responsables de sección

Vida de la Sociedad
Jesús Ildefonso Díaz
Universidad Complutense
e-mail: jidiaz@mat.ucm.es
fax: (91) 394 46 07

Congresos y seminarios
Mariano Gasca
Universidad de Zaragoza
e-mail: gasca@cc.unizar.es
fax: (976) 35 62 44

Novedades bibliográficas
Eduardo Casas
Universidad de Cantabria
e-mail: sema@masun1.unican.es
fax: (942) 20 17 03

Novedades informáticas
Jesús M. Sanz Serna
Universidad de Valladolid
e-mail: sanzserna@cpd.uva.es
fax: (983) 42 30 13

Relaciones con la industria
Alfredo Bermúdez de Castro
Universidad de Santiago de Compostela
e-mail: bermudez@zmat.usc.es
fax: (981) 59 70 54

Enseñanza
Rafael Ortega
Universidad de Granada
e-mail: rortega@ugr.es
fax: (958) 24 32 86

LA PORTADA

El diseño de portada representa parte del flujo sobre la esfera S^2 del sistema normalizado correspondiente al oscilador elíptico quíntico de Ekeland

$$\frac{1}{2}(X^2+Y^2)+\frac{1}{2}\omega^2(x^2+y^2)-\varepsilon x^3y^2,$$

perturbación de un oscilador elíptico. La gráfica ha sido realizada por Pedro Pascua y José Luis Rubio, dentro de su colaboración con el Grupo de Mecánica Espacial de la Universidad de Zaragoza.

sumario

edición

Imprime: COMETA, S.A., carretera de Castellón, km. 3,400. 50013 Zaragoza
Dirección editorial: Departamento de Matemática Aplicada, Edificio de Matemáticas, primera planta, Campus Universitario, 50009 Zaragoza. e-mail: `sema@cc.unizar.es`
Teléfono: (976) 35 66 17. Fax: (976) 35 62 44

EDITORIAL

Valgan estos párrafos que siguen como breve introducción de este nuevo número del boletín, en el que damos noticia de los importantes premios recibidos por Amable Liñán y Jesús Sanz Serna, ambos socios fundadores de SEMA. Desde estas líneas les enviamos nuestra más cordial felicitación.

En la sección Temas podemos leer contribuciones que abren nuestro interés hacia cuestiones muy diversas: Jesús Sanz Serna presenta el problema de la integración numérica de sistemas hamiltonianos; las aplicaciones del análisis numérico a algunos problemas de biología molecular son el tema escogido por Robert Skeel; André Deprit aborda un tema de gran actualidad en su artículo sobre procesadores de textos y álgebra simbólica; finalmente, Claude Brezinski de una pincelada histórica muy sugerente sobre las fracciones continuas.

En las sección Colaboraciones, Carlos Martí, de EDS España (primera firma asociada a SEMA) reseña brevemente parte de las actividades de su empresa. Contamos también con un análisis de Aurelia Modrego sobre la financiación de la investigación matemática en España. Los abundantes datos tabulados al final darán, bien seguro, bastante que pensar.

El Boletín contiene además las habituales secciones de información sobre la Sociedad -a cargo del presidente, Ildefonso Díaz-, anuncios y comentarios de congresos, presentación de nuevos libros, etc. Desde aquí os animamos a participar en la elaboración del boletín, enviando contribuciones o sugerencias para su mejora.

El Equipo Editorial

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

ALGUNOS DATOS BÁSICOS SOBRE LA INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS EN ESPAÑA

AURELIA MODREGO
SUBDIRECTORA GENERAL DE PROMOCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD CARLOS III

1 Introducción

Cuando en España se habla de investigación todavía es muy difícil sustraerse al tópico de hacer mención al gran esfuerzo que, en general, se ha hecho en los últimos años. Sin embargo, si queremos afrontar con éxito la tarea ingente que queda por hacer, es imprescindible que se aborde ya la valoración de lo que hay y de lo que no hay, y la capacidad para poder introducir los cambios que necesariamente hay que llevar a cabo, tanto por parte de los responsables y gestores de la política científica y tecnológica, como por parte de la comunidad científica.

La utilización de datos agregados: el gasto en I+D en relación con el Producto Interior Bruto, el número de investigadores por cada mil habitantes, el número de publicaciones, de citas, etc, siempre dejan el vacío del promedio que oculta las peculiaridades de cada área, su valor estratégico, la adecuación del trabajo que en ella se realiza a las necesidades que plantea un entorno más o menos próximo...

Por el contrario el análisis de un área concreta despierta un mayor interés por su cercanía, por su importancia, por el hecho de que los datos dejan descubrir e identificar elementos tangibles, permiten aproximarse a la valoración de la calidad de la investigación realizada, al impacto de esa investigación, a su contribución a la generación y difusión del conocimiento y, ¿por qué no?, a conocer el nivel de satisfacción de los agentes que en ella intervienen.

En este artículo voy a ofrecer una serie de datos sobre la investigación de Matemáticas en España. Esta área es, desde mi punto de vista, una de las que tienen mayor importancia extratégica en materia de investigación, por la importancia que tiene en sí misma, por ser herramienta básica en el desarrollo de otras disciplinas, por ser una materia imprescindible en cualquier método de enseñanza, porque, a pesar de que empieza a haber grupos cuyo trabajo es homologable con los que existen en otros países de nuestro entorno, todavía falta mucho por hacer. Y esto se traduce en que en muchas universidades, todavía se necesita introducir grandes cambios en los planes de estudios que los adecúen a los objetivos de formar a buenos enseñantes para todos los niveles del sistema educativo, a excelentes investigadores en investigación básica, pero también en Matemática Aplicada de la que tan necesitados se está y de profesionales para el sector productivo. Esta tarea requiere ideas claras e investigación de calidad.

Los datos ofrecen información sobre el peso de la investigación en Matemáticas en relación con otros campos, sobre su distribución y sus características en las universidades, sobre la evolución que desde 1981 ha experimentado la investigación en diferentes disciplinas y sobre la producción científica en publicaciones obtenidas de la base de datos del *Science Citation Index* (SCI), referentes al período 1989-91, del Institute for Scientific Information (ISI) de Filadelfia.

Son datos preliminares que dan mucha información, pero que requieren un tratamiento más elaborado que la mera tabulación que se ha realizado para poder obtener conclusiones. Por otra parte, es la propia comunidad científica la que, desde su conocimiento del campo, puede hacer una valoración más rigurosa y acertada de ellos, y es ésa la finalidad que se pretende.

Antes de presentar datos sí me gustaría hacer unos breves comentarios sobre la investigación como factor estratégico en el desarrollo económico y social que creo puede proporcionar criterios para evaluar que hay y que nos falta por hacer. Es el objeto del apartado 2. En el apartado 3 se ofrecen datos sobre los fondos para la investigación en las universidades españolas. El apartado 4 se dedica en su totalidad a dar datos referidos a la investigación en Matemáticas en España. El apartado 5 es un breve resumen a modo de conclusiones. En el apartado 6 se dan unas breves reseñas bibliográficas.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

2 La Investigación como factor estratégico en el desarrollo económico y social

En los países más avanzados existe un amplio consenso sobre la necesidad de que los gobiernos tengan una política activa de I+D orientada a conseguir unos mayores niveles de crecimiento económico y de bienestar social, con un objetivo prioritario: aumentar la eficacia de la innovación tecnológica, factor básico para alcanzar mayores niveles de productividad industrial y de competitividad internacional.

Esto supone un cambio de tendencia en la orientación de la política científica y tecnológica que pasa a ser considerada como un elemento clave del desarrollo económico y social. En algunos paises como el nuestro, el *entusiasmo* es más teórico que real y se manifiesta en la resistencia a admitir que la política científica y tecnológica no es un mero ornamento de modernidad, sino una parte estratégica de la política económica nacional.

Evidentemente, existen otros objetivos para la investigación científica y el desarrollo tecnológico, y no todos los programas o actuaciones de la política científica y tecnológica han de tener a la competitividad como objetivo inmediato. Sin embargo, en una situación en la que la I+D compite con otros programas de ayudas públicas, como las de educación, salud, medio ambiente, etc., aunque pueda resultar duro admitirlo, la forma más efectiva de justificar el empleo de fondos públicos en las actividades de investigación es valorar su contribución para conseguir un sistema productivo más eficiente que procure incrementos de rentas, con mayores oportunidades de empleo y mayor calidad de vida.

Si se analizan las características de las políticas de intervención en materia de I+D de los países industrializados que dedican grandes sumas de fondos públicos a fomentar las actividades de investigación, se observa que están muy relacionadas con las peculiaridades de sus sistemas socioeconómicos.

A pesar de las diferencias, sí es posible identificar dos grandes ejes en torno a los cuales se articulan las políticas de estos países. El primero es la conjunción entre la política científica y tecnológica y los modelos de ventaja competitiva nacional. El segundo es la creación y el fomento de un entorno socieconómico que favorezca la generación y realización de las actividades de I+D.

Dos son las actuaciones que cabe destacar en torno al primero de los ejes anteriormente mencionados: una mayor valoración de la investigación básica y el fomento a que se produzca una mayor interacción entre las universidades, los centros públicos de investigación (CPIs) y la industria.

La mayor valoración de la investigación básica, junto a una estabilización del esfuerzo orientado a favorecer el *desarrollo industrial*, hay que entenderla teniendo en cuenta el mayor conocimiento que existe sobre el proceso de innovación tecnológica. Los conceptos clásicos de investigación básica, investigación aplicada y desarrollo han demostrado ser totalmente inadecuados para describir el proceso de innovación. La ciencia más avanzada que se produce en el mundo se realiza en el contexto de la aplicación. El conocimiento invade todos los campos y los lazos que se establecen entre ellos son extraordinariamente complejos.

En EE.UU. la mesa redonda sobre las relaciones en materia de investigación gobierno-universidad-industria, puso de manifiesto que, a medida que los ciclos de vida de los productos se hacen cada vez más cortos, los avances en el conocimiento básico fundamental, de carácter estratégico, se hacen imprescindibles para el desarrollo económico.

En esta situación nadie puede desinteresarse de nada. Ni los investigadores pueden refugiarse en sus laboratorios o en sus torres de marfil, abstrayéndose de la realidad y esperando que los fondos públicos les aseguren una vida sin sobresaltos, ni los agentes del sector productivo pueden desentenderse del proceso de generación del conocimiento.

Las actuaciones relacionadas con el segundo eje se refieren a la creación de un entorno favorable al proceso tecnológico. Un entorno que tiene que ver con la dotación de un sistema de infraestructuras en continuo proceso de mejora, con la creación de sistemas de información útiles para todos los agentes, tanto del sector público como del sector privado, con la puesta en marcha de profundos cambios organizacionales o institucionales y, sobre todo, con la formación de recursos humanos con capacidad para crear, difundir y gestionar los avances tecnológicos.

La apuesta por la educación es el factor que discrimina sin ambages a los países que tienen una estrategia de futuro de los que carecen de ella, sencillamente porque son incapaces de identificar los *detalles* claves para su desarrollo a largo plazo. Esto requiere cambios sustanciales en el método en el que tanto el sistema educativo como las empresas forman a los individuos, ya que de otra forma, ni la política económica, ni las innovaciones tecnológicas

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

serán capaces de producir mejoras significativas en el desarrollo económico y en el bienestar social.

Todo esto requiere diseñar un sistema de enseñanza que no esté fragmentado, sino que sea más bien un continuo punto de partida de todo un largo proceso educativo. Ahora bien, cualquier cambio en este sentido ha de comenzar con una política de mentalización, de formación y de incentivación del profesorado, cuestión que habitualmente se olvida.

Los profesores de los primeros niveles de enseñanza deben dejar de ser los grandes olvidados en todos los procesos de reforma educativa. No solamente ha de procurarse que su formación básica responda a las tareas de su futuro profesional, sino que han de estar inmersos en un proceso de reciclamiento continuo acorde con las necesidades que continuamente se plantean. Esto significa dignificar la carrera docente no universitaria que no puede estar ajena a los desarrollos científicos y tecnológicos que se llevan a cabo, utilizando distintos instrumentos que faciliten el acercamiento del profesorado no universitario, especialmente el de enseñanzas medias, a los grupos de investigación. Estos por su parte han de diseñar sus líneas de investigación con criterios de *utilidad*. Utilidad que tiene que ver con las necesidades de un entorno productivo y social que es el que de forma directa e indirecta financia la investigación y el que de forma más o menos indirecta ha de beneficiarse.

3 Algunos datos sobre fondos para la Investigación en las Universidades españolas.

En España se puede afirmar que hay fondos e incentivos para investigar. Hay fondos que proceden del sector público y fondos que proceden del sector privado. Entre los primeros podemos destacar los que provienen de los Programas Nacionales del Plan Nacional de I+D, de los Programas Sectoriales (Promoción General del Conocimiento, Investigaciones Agrarias, Fondo de Investigación Sanitaria, etc., Programas de las Comunidades Autónomas, Programas Europeos y Fondos FEDER para la investigación). Los fondos privados proceden fundamentalmente de las empresas, de Fundaciones y otros organismos. Solamente para las Universidades en el año 1994 los datos son los que aparecen en la Tabla I. Esta tabla y los comentarios que se hacen respecto de ella se han tomado del trabajo de Fernández de Caleya (1995) *La Investigación como fuente de ingresos universitarios.*

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

La Tabla I merece algunos comentarios ya que incluye conceptos no sumables en su propio enunciado.

Por ejemplo:

* los 11.000Mpts. de retorno del III Programa Marco de la Unión Europea, deben ser considerados en un período de aplicación de 5 años (1990-1994), o sea, 2.200 Mpts/año.

* los 1.200 Mpts. aprobados para las Universidades dentro de los Proyectos concertados (gestionados con aportaciones del Fondo Nacional de I+D al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), aprobados en 1994, suponen una aportación plurianual que se complementa con las aportaciones aprobadas, también plurianualmente, en 1992 y 1993; si supusiéramos un estado estacionario, estos 1.200 Mpts. serían equivalentes a la aportación anual de fondos públicos en éste concepto.

* los 16.000 Mpts. contraídos a traves de las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRIs) en 1994, tienen el mismo carácter plurianual y, al mismo tiempo casi con seguridad, incluyen los 1.200 Mpts. del apartado anterior. Si asumimos el mismo criterio de estado estacionario, podríamos concluir que el input en 1994 por este concepto es de 16.000 Mpts de los que 1.200 proceden de fondos públicos y el resto de fondos privados.

Recapitulando 7.200 + 6.000 + 4.800 + 2.200 + 1.200 = 21.400 Mpts. procedentes de fondos públicos y 14.800 Mpts procedentes de fondos privados (todo ello en el ejercicio 1994).

Si a estos 21.400 Mpts les añadimos las cantidades estimadas para el mismo 1994 procedentes de los Programas de investigación de las Comunidades Autónomas y de la inversión correspondiente a Fondos FEDER (como se sabe, fondos no competitivos sino destinados a cubrir desequilibrios interregionales), nos acercaríamos a un total de inversión en investigación universitaria en 1994 cercano a los 40 - 45.000 Mpts.

Estos fondos se utilizan para:

* CAPITAL HUMANO:

  - Formación de doctores

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

- $2^{\underline{o}}$ postdoctorado
- movilidad de personal:
    - incorporación de doctores extranjeros
    - sabáticos profesorado
    - utilización de recursos científicos

* INFRAESTRUCTURA:
    - instalaciones
    - equipos científicos
    - bibliotecas

* MANTENIMIENTO:
    - *overheads*

* ACTIVIDAD CIENTIFICA:
    - proyectos de investigación
    - congresos, cursos, seminarios
    - acciones integradas con otros países

4 Datos referidos a la Investigación en Matemáticas en España

Teniendo en cuenta que la investigación en Matemáticas está financiada en su mayor parte por el Programa Sectorial de Promoción General del Conocimiento (PGC) del Ministerio de Educación y Ciencia (MEC), los datos que se ofrecen corresponden a los proyectos que se han financiado en el campo de Matemáticas. Puede ser de interés recordar que el PGC es un programa destinado a promocionar la investigación básica de calidad independientemente del área temática de la que proceda, así como, promover investigación aplicada, de temática no incluida en los objetivos de los diversos Programas Nacionales del Plan Nacional de I+D, siempre basándose en los mismos criterios de calidad científica y de competencia libre por unos fondos limitados.

En el período 1991-1993 se financiaron un total de 2.749 proyectos de investigación por un importe de 17.498.0 Mpts. De ellos 1.879, por un importe de 14.904.7 Mpts., corresponden a los campos de Matemáticas, Astronomía y Astrofísica, Física, Química, Ciencias de la Vida, Ciencias de la Tierra y del Espacio, Ciencias Agrarias, Ciencias Médicas y Ciencias Tecnológicas. La distribución del número de proyectos, financiación concedida y número de investigadores equivalentes a jornada completa (EJC) por campos UNESCO, aparecen en la Tabla 2.

Se puede apreciar que la Química y las Ciencias de la Vida son los campos que más peso tienen cualquiera que sea la variable que se considere. Los valores correspondientes al campo de Matemáticas, están considerablemente por debajo de ellos, y también del campo de Física cuyo peso relativo es aproximadamente la mitad de los dos anteriores.

La investigación en Matemáticas en España se lleva a cabo fundamentalmente en las universidades. Para ver cuál es sus distribución se van a considerar un total de 19 universidades que en número de profesores numerarios en Matemáticas suponen el 74.3% . La selección de estas universidades se ha hecho teniendo en cuenta el número de proyectos presentados (más de 4), la financiación concedida (más de 5 Mpts.) y el número de EJC (más de 12).

La distribución de numerarios, proyectos concedidos y su financiación entre dichas universidades aparece en la Tabla 3. En esta misma tabla se han introducido cuatro indicadores más que pretenden dar alguna información adicional. El primero de ellos, porcentaje de EJC sobre el colectivo de los profesores numerarios en Matemáticas, (EJC/Numerario), nos aproxima al nivel de actividad en investigación en cada universidad. El segundo, porcentaje de proyectos aprobados en cada universidad (% Proy. Aprob.), y el tercero, porcentaje de financiación concedida (% Finan. Conc.), pueden darnos información sobre el grado de competitividad de las propuestas presentadas. Por último el cuarto, no es más que la financiación que, en promedio, ha tenido al año cada investigador a jornada completa, (Ptas/EJC año), en cada universidad.

Con el objetivo de aproximarnos al tipo de investigación que se hace en Matemáticas se ha tomado la clasificación UNESCO para obtener información sobre la evolución de las distintas especialidades desde 1981. Los datos obtenidos figuran en las Tablas 4, 5 y 6. En la primera de ellas se puede ver como ha evolucionado la distribución, tanto de la financiación concedida como del número de investigadores en cada especialidad, desde 1981. Cabe destacar el aumento significativo del peso de la Estadística. En la Tabla 5, los datos que figuran en ella pretenden, como ya se ha indicado antes, ser indicadores del grado de competitividad de las propuestas presentadas en cada especialidad. Por último en la Tabla 6, hay información sobre las características del tamaño del equipo y de la financiación de los proyectos en Matemáticas por especialidades.

Para ver cuáles son algunos de los resultados de la investigación se va a utilizar el trabajo de Maltrás y Quintanilla (1992), (1995), sobre la *Producción Científica Española, 1981-89* y la *Producción Científica Española, 1986-91*. En la Tabla 7 aparece la producción científica española en nueve áreas en el bienio 1990-1991. Para una interpretación correcta de los datos hay que tener en cuenta, por un lado las diferencias que pueden darse en la definición de los nueve campos según la clasificación UNESCO que se ha utilizado anteriormente y la que Maltrás y Quintanilla ofrecen en sus trabajos. Por el otro, hay que tener en cuenta que los datos sobre financiación que hay en este trabajo se refieren al Programa de Promoción General del Conocimiento; esto supone que algunos campos tienen fuentes de financiación muy significativas que no están recogidas en estas tablas.

Los indicadores que se incluyen en estas tablas son de dos tipos: indicadores de producción e indicadores de calidad. Entre los primeros se consideran la presencia en la producción (%PR(A)) y la actividad en el área (%ACT). Entre los segundos, la puntuación decílica (P-10) y el peso del decil superior (%SUP).

%PR(A): es el procentaje de documentos repecto al total de documentos diferentes del nivel señalado entre paréntesis.

%ACT: es el procentaje que significan los documentos producidos en un área científica por una determinada unidad, institucional o geográfica, respecto al total de documentos diferentes publicados en todas las áreas científicas por esa misma unidad.

P-10: es la media ponderada de las puntuaciones obtenidas por un subconjunto cualquiera de los documentos, según el intervalo decílico que les corresponda a cada uno de ellos por el factor de impacto de la revista

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

donde ha sido publicado. La ordenación se hace por orden decreciente del factor de impacto de las revistas en cada campo SCI; la máxima puntuación es 10 para los documentos incluidos en el primer decil.

%SUP: es el procentaje de la producción científica de una unidad, institucional o geográfica, que está incluida en el decil superior de la producción mundial de la misma área.

Aunque los indicadores de calidad son equiparables con otras áreas, habrá que hacer un esfuerzo en mejorar el porcentaje de actividad. Resulta de interés observar los datos que aparecen en la Tabla 8, sobre la producción científica española en Matemáticas por CC.AA. para el mismo período de tiempo. Aunque la agregación por CC.AA., impide establecer comparaciones directas con los datos de la Tabla 3 sobre la investigación en Matemáticas por universidades, se ha podido identificar, por ejemplo, que el porcentaje de actividad de Andalucía se debe en una gran parte a la Universidad de Granada, cuyo porcentaje de participación de numerarios en EJC de investigación era 71.3 %, el segundo valor después de la Universidad Autónoma de Barcelona (99.8).

Los datos hasta ahora ofrecidos se completan con las Tablas 9 y 10 sobre la colaboración con los países de la Unión Europea y Norteamérica en las nueve áreas.

5 Un breve resumen a modo de conclusión

La investigación en Matemáticas tiene una importancia estratégica por sus implicaciones en la formación de recursos humanos, desde los primeros niveles del sistema educativo, y por su repercusión en el desarrollo de otros campos de interés científico y tecnológico. Difícilmente se podrá mejorar la calidad de la enseñanza en general si la investigación en Matemáticas no tiene un nivel adecuado en cantidad y calidad, no está cercana a los casos de aplicación y no se hace una difusión atractiva y asequible de los resultados obtenidos.

Desde una perspectiva optimista se puede decir que la investigación en Matemáticas empieza a dar señales claras de que está intentando recuperarse de un retraso difícilmente explicable. Los indicadores de calidad son equiparables a los de otras áreas, los grupos de investigadores empiezan a estar distribuidos entre un número cada vez mayor de universidades, pero todavía queda mucho por hacer para aumentar el nivel de participación de los profesores de Matemáticas de las universidades en investigación.

Por otra parte, cabría también apuntar la necesidad de potenciar la investigación en aquellas disciplinas de carácter aplicado, con capacidad de dar respuesta a los problemas que puedan plantearse en el ámbito del sector productivo y de otros campos científicos y tecnológicos, y que necesariamente tendrá una repercusión clara en una enseñanza de mayor calidad en todas las disciplinas y en todos los niveles del sistema educativo.

6 Reseñas bibliográficas

Fernández de Caleya, R. (1995): *La investigación como fuente de ingresos universitarios*, III Curso de Régimen de las Universidades Públicas. Universidad Politécnica de Madrid.

Maltrás, B. y Quintanilla, M.A. (1992): *Producción Científica Española 1981-89*, CSIC, Madrid.

Maltrás, B. y Quintanilla, M.A. (1995): *Producción Científica Española 1988-91*, CSIC, Madrid.

Modrego, A. (1993): *Innovación Tecnológica, Competitividad y Formación de Recursos Humanos*, Círculo de Empresarios, Madrid.

Tabla 1

¿Cuántos fondos para la Universidad?

Algunas cifras

en 1994, del Fondo Nacional	= 7.200	Mpts
en 1994, de PGC	= 6.000	Mpts
en 1994, de los Programas de F.P.I.	= 4.800	Mpts
del III Programa Marco de la UE (90-94)	= 11.000	Mpts
de Proyectos Concertados (aprobados en 1994)	= 1.200	Mpts
de Contratación a través de OTRIs (en 1994)	= 16.000	Mpts

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

Tabla 2

Distribución sobre los proyectos financiados en nueve campos UNESCO

Campos UNESCO	Proyectos Aprobados	Financiación Concedida	EJC*
Matemáticas	8.1	2.9	8.5
Astronomía y Astrofísica	2.2	1.9	3.1
Física	14.8	12.4	15.6
Química	22.5	30.5	26.8
CC. de la Vida	29.4	35.3	27.3
CC. de la Tierra y del Espacio	6.9	4.9	6.0
CC. Agrarias	1.2	1.0	1.1
CC. Médicas	9.5	7.0	7.3
CC. Tecnológicas	5.2	4.1	4.4
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**

* EJC: número de investigadores equivalente a jornada completa.
Fuente: Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica (DGICYT). Elaboración propia.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

Tabla 3

Datos sobre la investigación en Matemáticas por Universidades

Universidades	Numerarios	Proyectos	Financiación	%EJC/ Numer.	%Proy. Aprob.	%Fin. Conc.	Pts/EJC año *
Aut.Barcelona	2.3	6.6	10.1	99.8	99.0	77.7	276.1
Aut.Madrid	2.0	2.6	3.1	29.5	66.7	51.7	334.4
Complut. M.	7.0	1.2	11.6	50.9	66.7	40.2	205.4
Barcelona	2.8	7.3	8.3	62.3	58.9	53.4	295.0
Cantabria	2.2	6.6	4.5	52.4	83.3	52.1	244.0
Granada	4.1	11.3	11.3	71.3	56.7	40.2	241.3
Málaga	2.2	2.0	1.9	27.2	37.5	24.5	202.9
Murcia	2.1	2.0	1.3	24.7	60.0	30.3	150.6
Oviedo	3.4	1.3	1.2	17.2	40.0	31.3	128.2
Santiago de C.	3.1	3.3	2.7	19.6	62.5	34.3	277.1
Salamanca	1.3	1.3	1.7	42.8	66.7	38.7	193.5
Sevilla	4.5	5.3	3.8	38.6	66.7	22.7	136.2
Valencia	3.1	6.6	6.8	42.6	62.5	41.4	278.0
Valladolid	3.3	6.6	5.9	35.8	100.0	80.6	224.0
Zaragoza	3.3	3.3	3.1	16.3	71.4	57.8	360.2
País Vasco	3.8	4.0	3.0	19.5	46.2	26.7	255.7
Pol. Cataluña	8.7	2.0	2.0	5.5	27.3	14.7	265.4
Pol. Madrid	9.8	2.6	1.4	5.9	66.7	11.9	281.0
Pol. Valencia	4.0	2.6	2.9	18.6	44.4	24.5	243.5
Otras Univ.	25.7	7.9	17.0	9.2	30.8	16.2	240.0
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**25.2**	**53.9**	**32.5**	**250.0**

*: en miles de pesetas.

Fuente: Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica (DGICYT). Elaboración propia.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

Tabla 4

Distribución de la investigación en Matemáticas por especialidades (1981-1993)

Especialidad UNESCO	Financiación			EJC		
	81-85	86-90	91-93	81-85	86-90	91-93
Algebra	8.0	16.3	14.7	16.7	19.6	16.7
Análisis y A.Funcional	19.7	26.3	28.6	32.3	32.4	30.4
C. de los Ordenadores	57.0	23.6	14.7	31.1	9.8	12.7
Geometría	5.6	6.6	6.5	13.6	10.1	7.5
Teoría de Números	0.7	1.3	2.9	1.4	1.0	1.2
Análisis Numérico	0.0	6.8	7.0	0.0	6.3	5.8
Investigación Operativa	3.7	3.9	2.7	4.9	4.0	3.5
Probabilidad	0.0	1.5	3.7	0.0	1.8	2.1
Estadística	0.6	7.4	12.7	1.0	7.3	12.1
Topología	4.3	4.9	5.1	10.3	6.4	6.7
Otras	0.0	1.3	1.3	0.0	1.3	1.3
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Fuente: Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica (DGICYT). Elaboración propia.

Tabla 5

Datos sobre la financiación de los proyectos de investigación en Matemáticas por especialidades(1981-1993)

Especialidad UNESCO	% Financiación concedida			% Proyectos aprobados			% EJC aprobados		
	81-85	**86-90**	**91-93**	**81-85**	**86-90**	**91-93**	**81-85**	**86-90**	**91-93**
Algebra	41.5	48.7	48.2	62.5	66.1	65.7	69.1	70.8	76.1
Análisis y A.Funcional	35.4	53.0	49.3	55.3	68.0	66.7	57.1	76.3	73.0
C. de los Ordenadores	21.0	19.7	15.9	43.8	38.9	44.0	43.2	32.0	48.9
Geometría	25.9	40.6	46.4	42.9	65.0	61.5	47.6	71.2	72.8
Teoría de Números	64.1	47.0	83.8	100.0	40.0	100.0	100.0	44.2	100.0
Análisis Numérico	0.0	31.3	46.4	0.0	57.1	64.3	0.0	65.4	72.3
Investigación Operativa	30.7	19.5	26.9	40.0	45.5	46.7	64.1	50.2	54.6
Probabilidad	0.0	100.0	51.1	0.0	100.0	50.0	0.0	100.0	44.7
Estadística	3.7	36.9	27.7	8.3	54.5	47.8	14.5	56.0	52.4
Topología	38.4	62.6	35.9	8.8	80.0	55.0	73.3	85.1	61.4
Otras	0.0	58.6	59.6	0.0	100.0	66.7	10.0	100.0	70.1
Total	**23.7**	**34.0**	**34.3**	**44.8**	**57.1**	**54.3**	**44.6**	**62.7**	**64.0**

Fuente: Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica (DGICYT). Elaboración propia.

Tabla 6

Datos sobre los proyectos de investigación financiados en Matemáticas, por especialidades(1981-1993)

Especialidad UNESCO	EJC/Proyecto			Ptas./Proyecto*			Ptas./EJC.año**		
	81-85	86-90	91-93	81-85	86-90	91-93	81-85	86-90	91-93
Algebra	5.1	3.7	4.2	2.7	2.7	2.7	177.5	247.4	216.4
Análisis y A.Funcional	3.8	4.4	4.2	2.5	3.2	2.9	225.6	241.6	231.7
C. de los Ordenadores	3.0	3.2	3.3	6.0	6.9	2.9	679.0	718.6	285.1
Geometría	4.6	5.4	5.4	2.1	3.1	3.5	152.6	195.4	215.5
Teoría de Números	0.0	3.6	2.4	0.0	4.4	4.1	0.0	353.7	582.2
Análisis Numérico	3.7	3.6	3.7	3.2	3.5	3.3	283.8	321.8	298.2
Investigación Operativa	3.7	2.8	2.9	3.2	2.4	1.7	283.8	293.5	192.4
Probabilidad	0.0	6.4	3.1	0.0	4.8	3.9	0.0	249.3	422.8
Estadística	3.0	2.8	3.3	2.1	2.5	2.6	233.3	301.7	257.6
Topología	3.9	3.7	3.5	1.8	2.5	2.0	156.5	224.7	189.2
Otras	0.0	3.0	3.8	0.0	2.6	2.8	0.0	285.7	248.9
Total	**3.3**	**3.8**	**3.8**	**3.7**	**3.4**	**2.8**	**337.7**	**223.2**	**246.1**

*: en millones de pesetas; **: en miles de pesetas

Fuente: Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica (DGICYT). Elaboración propia.

Tabla 7

Producción científica española (1990-1991)

Nueve áreas

Areas	%PR(SCI)	%ACT	P-10	%SUP
Matemáticas y computación	1.50	2.4	5.8	8.3
Físicas	1.82	16.4	5.9	8.2
Químicas	3.03	22.2	5.6	7.5
Biológicas	2.22	29.2	5.0	5.7
CC. de la Tierra	1.67	4.9	5.3	5.0
Agropecuarias y Veterinarias	1.38	3.1	6.1	15.5
CC. Médicas	1.67	24.8	6.2	13.2
Ingenierías	1.19	7.5	5.9	9.2
Multidisciplinares	0.51	0.7	6.9	17.8
Sin clasificar	–	0.4	–	–
Total documentos diferentes	**1.87**	**100.0**	**5.7**	**8.9**

Fuente: Maltrás y Quintanilla (1992). Elaboración propia.

Tabla 8

Producción científica española en Matemáticas por CC.AA. (1990-1991)

Comunidades autónomas	%PR(ESP)	%ACT*	P-10	%SUP
Andalucía	12.3	2.2	5.8	4.7
Aragón	6.5	4.4	4.8	3.4
Asturias	1.2	0.9	–	–
Baleares	0.5	0.8	–	–
Canarias	1.2	0.9	–	–
Cantabria**	0.9	1.5	–	–
Castilla-La Mancha	0.2	0.6	–	–
Castilla-León	6.3	2.8	6.2	4.4
Cataluña	26.2	2.8	5.6	9.7
Extremadura	1.6	2.3	–	–
Galicia	6.7	3.8	5.8	12.5
La Rioja	0.5	7.1	–	–
Madrid	22.7	1.7	6.1	9.3
Murcia	2.5	2.4	4.8	0.0
Navarra	0.2	0.5	–	–
País Valenciano	10.4	3.0	5.8	12.1
País Vasco	6.7	4.0	6.4	5.3

*: % ACT aquí representa el % de documentos producidos en cada Comunidad Autónoma con respecto al total de documentos publicados en todas las áreas científicas en dicha Comunidad Autónoma.
**: 88-89: 3.9 7.8 4.6 5.1

Fuente: Maltrás y Quintanilla (1992). Elaboración propia.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 3-22

Tabla 9

Producción científica española (1990-1991)

Colaboración con la UE

Areas	%PR(EXT)	%ACT	P-10	%SUP
Matemáticas y computación	43.2	2.2	5.7	11.6
Físicas	67.1	33.9	6.1	7.5
Químicas	70.1	24.0	6.3	8.0
Biológicas	56.4	22.2	5.7	9.6
CC. de la Tierra	64.3	5.0	5.6	8.3
Agropecuarias y Veterinarias	47.9	1.3	6.2	20.8
CC. Médicas	47.8	11.1	6.5	10.5
Ingenierías	65.1	8.9	6.3	11.6
Multidisciplinares	54.2	1.4	6.7	25.6
Sin clasificar	–	–	0.3	–
Total documentos diferentes	**62.0**	**100.0**	**6.1**	**9.8**

Fuente: Maltrás y Quintanilla (1992). Elaboración propia.

Tabla 10

Producción científica española (1990-1991)

Colaboración con Norteamérica

Areas	%PR(EXT)	%ACT	P-10	%SUP
Matemáticas y computación	36.0	3.8	6.0	13.3
Físicas	28.9	30.4	7.0	13.8
Químicas	16.4	11.7	7.0	20.9
Biológicas	29.3	24.0	6.3	12.8
CC. de la Tierra	28.6	4.7	5.9	10.0
Agropecuarias y Veterinarias	39.7	2.2	6.3	11.6
CC. Médicas	45.2	21.8	7.3	19.2
Ingenierías	27.3	7.7	6.3	12.8
Multidisciplinares	36.1	2.0	8.0	26.9
Sin clasificar	61.1	0.8	–	–
Total documentos diferentes	**29.4**	**100.0**	**6.7**	**15.7**

Fuente: Maltrás y Quintanilla (1992). Elaboración propia.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 23-26

EDS Y LA INFORMÁTICA APLICADA A LA INGENIERÍA

CARLOS MARTÍ
ELECTRONIC DATA SYSTEMS ESPAÑA, S.A.
APARTADO DE CORREOS 291, 50080 ZARAGOZA

Electronic Data Systems (EDS)

Creada en 1962 y con unos ingresos en 1994 de 10.000 millones de dólares, 80.000 empleados y presencia en 37 países, es actualmente la empresa líder mundial como proveedora de servicios de Tecnología de la Información (TI).

Después de un fuerte crecimiento inicial, principalmente en los sectores de seguros, gobierno y finanzas, fue adquirida por General Motors en 1984. Desde entonces, el índice de crecimiento del negocio de EDS ha sido considerable. Como ejemplo, los ingresos de 1994 han excedido la suma de los ingresos totales de 1962 a 1984.

EDS ofrece una completa gama de servicios agrupados en las siguientes categorías:

- Consultoría
- Desarrollo de sistemas
- Integración de sistemas: selección de tecnología, desarrollo de interfaces e implementación
- Gestión de sistemas: centro de datos, comunicaciones, aplicaciones y seguridad de datos
- Gestión total de procesos (outsourcing)

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 23-26

Control Integrado de la Producción (CIM)

EDS ha desarrollado el proyecto EPICS (European Production Information and Control System) para gestionar los Sistemas de Información que dan soporte al Control Integrado de la Producción OPEL en Europa.

La aplicación está formada por diferentes módulos integrados bajo arquitectura CIM (Computer Integrated Manufacturing) y comunicados mediante el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol).

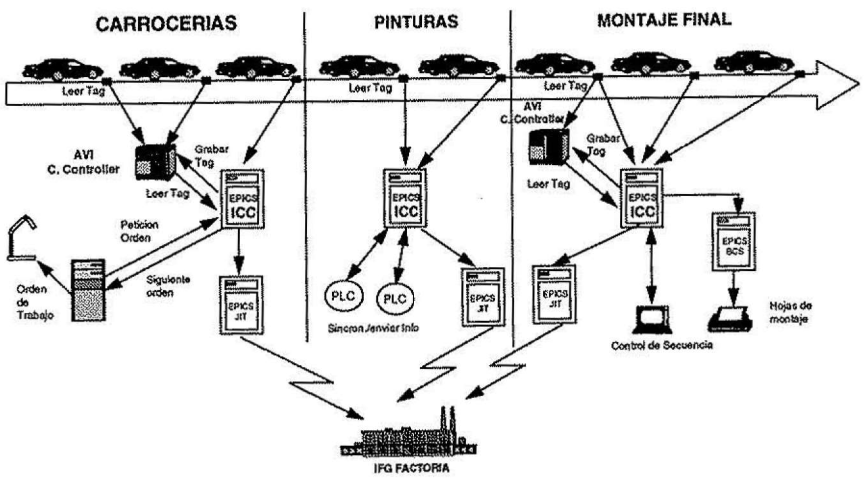
En este artículo vamos a describir el módulo ICC (Information Cell Controller) que permite la comunicación entre los Controladores de Células y la aplicación EPICS.

Un Controlador de Célula es un ordenador responsable de monitorizar, controlar y coordinar los equipos y recursos de un área de producción (Célula) con el fin de dar soporte al proceso de producción asignada a esta Célula e integrar sus funciones con el resto de la factoría.

El módulo ICC recibe la información sobre ordenes de producción y secuencia de línea de otros módulos EPICS. Esta información es procesada, formateada y enviada al Controlador de Célula.

Del Controlador de Célula recibe los datos de producción, valida la información y la distribuye a otros módulos de EPICS.

ICC - Información al Controlador de Célula



Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 23-26

En el ejemplo del gráfico, se representa el proceso de fabricación de un automóvil. Cada vehículo es una orden de trabajo, y ello requiere una identificación individualizada registrada en un dispositivo adjunto a cada chasis.

En el área de carrocerías, éste dispositivo es leído por el Controlador de Célula que envía la información al ICC para que éste envíe las órdenes de trabajo apropiadas a los dispositivos de planta y / o a otros módulos de EPICS, como por ejemplo, el JIT (Just In Time) que suministra la información a los proveedores.

En el área de pinturas, el ICC identifica el color y modelo del chasis que entra en el túnel de pintura y envía la información al Comntrolador de Célula (PLC) que activa la manguera correspondiente.

En el montaje final. el ICC recibe todas las lecturas de la zona, a través de los Controladores de Célula y distribuye esta información a los módulos de EPICS.

Otras áreas de aplicación

Los sistemas informáticos que EDS gestiona no sólo se refieren al Control Integrado de la Producción. Existen otras áreas en las que la informática puede aplicarse a la Ingeniería:

Sistemas de Simulación por Ordenador: Cuando se diseña un área de montaje o se analizan modificaciones de la línea de montaje, resulta muy ventajoso poder anticipar los resultados estudiando un modelo de la realidad en el ordenador personal. De esta forma se han podido optimizar instalaciones como el Montaje de Techos Solares, La Secuenciación de Ejes Traseros, El Montaje del Salpicadero, etc.

CAD: El CAD se ha aplicado con éxito en dos áresa diferentes: Diseño de Instalaciones (disposición en planta, tendido eléctrico...) y en el área de Control de Calidad donde se ha combinado el poder de la Multimedia (incluyendo captación de imágenes con vídeo) y el CAD para la mejora de las operaciones de montaje del vehículo.

Medida de Piezas Tridimensionales: se han integrado la precisión de una Máquina de Medición Tridimensional por Coordenadas con la capacidad de proceso de un Ordenador para mejorar el control de calidad, el análisis de defectos...

Otras áreas: el mundo de la informática es muy dinámico y requiere un continuo reciclaje de la tecnología. EDS realiza un seguimiento de las innovaciones que ya poseen una aplicación industrial real, con el fin de proporcionar la solución más adecuada a cada necesidad y requerimiento de negocio. Ejemplos:

- Visión artificial: aplicada al control de calidad, el montaje de piezas...
- Reconocimiento de la voz: permite la captación de información en planta sin que el operario necesite utilizar sus manos.
- Control Estadístico de Procesos (SPC): aplicado de forma on-line

TERCER CICLO

Es intención de los editores que en el próximo número aparezca una sección dedicada a los estudios de tercer ciclo de Matemática Aplicada en España. Solicitamos para ello la colaboración de los socios de SEMA distribuidos por distintas universidades.

La idea es publicar una lista de los cursos pertenecientes a programas de doctorado de Matemática Aplicada o a programas de Matemáticas con contenidos del área. Quien desee colaborar puede enviar por correo electrónico a `sema@cc.unizar.es` una lista con títulos, profesores responsables e invitados de los cursos de doctorado previstos para el próximo año académico en el centro en que trabaje. Esperamos vuestras colaboraciones antes del 15 de septiembre.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 27-31

LA INTEGRACIÓN NUMÉRICA DE SISTEMAS HAMILTONIANOS

Jesús M. Sanz-Serna
Departamento de Matemática Aplicada
y Computación
Universidad de Valladolid
e-mail: `sanzserna@cpd.uva.es`

La integración numérica de las ecuaciones diferenciales ordinarias tiene, como casi todas las ramas del análisis numérico, una historia ilustre que se remonta a un matemático estelar: El primer método numérico es propuesto por L. Euler en 1768. J. C. Adams, uno de los descubridores de Neptuno, concibe hacia 1850 los métodos multipaso más usados hoy en la práctica. El presente año 1995 celebramos el centésimo aniversario del primer artículo de C. Runge sobre los métodos de Runge-Kutta. Runge era catedrático junto con D. Hilbert en Gotinga, sin duda el centro mundial de las matemáticas en esa época. (Un aparte: todavía se oye decir "*el* método Runge-Kutta", cuando los propios Runge y Kutta ya construyeron *varios* métodos Runge-Kutta y varias decenas de los *infinitos* métodos Runge-Kutta posibles se usan en la práctica.)

Sin perjuicio de lo anterior, hay que decir que, como casi todas las ramas del análisis numérico, la solución numérica de ecuaciones diferenciales ha sido sólo un embrión hasta la llegada de las computadoras digitales. Hasta entonces el enorme costo en tiempo y dinero de los cálculos los había circunscrito a unas pocas aplicaciones. Físicos, químicos, astrónomos usaban los métodos con parsimonia y no se disponía de ninguna teoría. Alguno de los métodos empleados antes de los años cincuenta era incluso ligeramente inestable: su inestabilidad no se manifestaba porque los cálculos se limitaban a unos pocos pasos.

Al sueco G. Dahlquist (1925-) debemos (1956–1959) en lo esencial la teoría de métodos numéricos para ecuaciones diferenciales que hoy conocemos. Su trabajo se divulgó en los sesenta a través de los excelentes libros del ya fallecido P. Henrici (1923–1987). Hay un rasgo de la teoría de Dahlquist que me interesa subrayar. La teoría considera el sistema diferencial

$$\frac{d\mathbf{y}}{dt} = \mathbf{f}(\mathbf{y}), \tag{1}$$

donde $\mathbf{y}$ es de dimensión, digamos, D. Es decir considera simultáneamente *todos* los sistemas de ecuaciones diferenciales. Esto presenta las ventajas inherentes a las teorías generales: no hay que estudiar hoy la convergencia de los métodos aplicados a la integración del sistema solar, mañana la estabilidad de los métodos aplicados a las simulaciones balísticas, etc. Pero, como quiere el refranero, el que mucho abarca poco aprieta. Los resultados obtenidos distan de ser óptimos cuando se particularizan a un sistema (1) dado por una $\mathbf{f}$ concreta. Un ejemplo: las cotas de error que se obtienen se degradan exponencialmente al crecer el tiempo t, mientras que a veces el error decae exponencialemte con t; pensemos que $\mathbf{y}(t)$ se acerca a un equilibrio asintóticamente estable.

Los años sesenta vieron la aparición de códigos para resolver problemas de valores iniciales. Estos códigos son hijos tanto de la teoría de los cincuenta como de una tradición artesanal desarrollada en las épocas heroicas del cálculo manual para variar juiciosamente a lo largo de la integración la longitud de los pasos y el orden del método empleado. En cierta manera el desarrollo y éxito de tales códigos vino a ofrecer un paradigma del análisis numérico. El analista numérico, tras haber identificado una tarea computacional relevante en las aplicaciones, desarrollaba una teoría matemática para entender la situación. Armado de la teoría y pertrechado de la caja de herramientas de su oficio, construía una caja negra que desarrollaba la tarea considerada. La caja, difundida a través de una librería científica, era empleada por el usuario final, sola o combinada con otras cajas. Me interesa subrayar que, otra vez, vemos aquí una manera de proceder que exige considerar el problema "general", para así desarrollar códigos de amplia aplicabilidad.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 27-31

Para presentar mi argumento de manera convincente he desfigurado algo la realidad. No es cierto que *todos* los problemas de ecuaciones ordinarias se hayan tratado en una sola bolsa común. Ha habido no una sino *dos* bolsas. La bolsa "general" de la que he venido hablando y una segunda donde se metían los problemas *stiff*. Se había descubierto que cierta clase de sistemas llamados stiff no podía razonablemente ser integrada por las cajas negras generales. Y como los sistemas stiff aparecen en muchas situaciones (cinética química, estructuras, discretizationes espaciales de ecuaciones en parciales, etc.) hubo que hacer una segunda teoría (también empezada por Dahlquist (1963)) a la medida de los sistemas stiff; teoría que de nuevo condujo a las correspondientes cajas negras. (Un segundo aparte: ¿por qué seguimos diciendo sistema "stiff", pudiendo decir sistema rígido? Prometo por escrito que yo no volveré a decirlo.)

Además de los problemas rígidos, ¿no habrá otras clases de problemas que no se traten bien ni por la teoría general ni con las subrutinas de integración generales? Una clase que a mi me viene interesando particularmente es la de los sistemas Hamiltonianos. En su formato más sencillo, un sistema (1) es Hamiltoniano si su dimensión D es par $2d$ (con lo que se escribe $\mathbf{y} = (\mathbf{p}, \mathbf{q})$ con $\mathbf{p}$ and $\mathbf{q}$ de dimensión d) y las componentes de $\mathbf{f}$ se pueden expresar en términos de una función real $H(\mathbf{p}, \mathbf{q})$ a través de la receta

$$f^i = -\frac{\partial H}{\partial q^i}, \quad f^{i+d} = +\frac{\partial H}{\partial p^i}. \tag{2}$$

Estos sistemas, también llamados canónicos, fueron introducidos por Hamilton a comienzos del siglo XIX para describir la propagación de los rayos de luz en medios no homogéneos y no isótropos. A través de la analogía entre el principio de Fermat de mínimo tiempo en la propagación de la luz y el principio de mínima acción de la mecánica, Hamilton observó enseguida que era posible reformular la mecánica a través de ecuaciones del tipo (2). Este formalismo Hamiltoniano resultó crucial para la mecánica: permitió resolver problemas intratables en las formulaciones Newtoniana o Lagrangiana, facilitó la teoría de perturbaciones y es requisito para la mecánica cuántica y la mecánica estadística. Dentro de la mecánica clásica hay hoy problemas de interés que conducen a (2). Ante todo, problemas de movimiento de cuerpos celestes individuales o de galaxias enteras; en el caso de la dinámica galáctica puede no interesar seguir el movimiento individual de cada estrella,

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 27-31

sino sólo obtener información estadística sobre el colectivo. Seguidamente problemas de dinámica molecular. Se puede tratar de simular el movimiento de las moléculas de un gas o líquido sujetas a sus fuerzas de atracción y repulsión mutua. Hay atracción si las moleculas están distantes; al acercarse se evidencia la repulsión electrostática de sus nubes electrónicas. O se puede tratar de simular el movimiento de los átomos individuales dentro de una macromolécula (digamos un fármaco) para ver de elucidar cómo la macromolécula interactúa con otras para llevar a cabo su misión fisiológica. En las aplicaciones de dinánica molecular tampoco hay interés en seguir detalladamente los movimientos de las partículas individuales. Se puede simular un gas para conocer su temperatura, esto es la energía cinética *promedio* de sus moléculas, en unas condiciones de presión y volumen dadas, sin importar qué le acontezca a cada molécula. Las aplicaciones actuales de los sistemas Hamiltonianos no se acaban con esto, pero creo que lo dicho bastará para formarse una idea.

En relación con los sistemas Hamiltonianos (2) ha aparecido una clase de integradores llamados *simplécticos* en la que vengo trabajando junto con varios de mis colegas de Valladolid: Luis Abia, Maripaz Calvo, Javier de Frutos, Miguel Angel López Marcos entre otros. ¿Qué es un integrador simpléctico? Para explicarlo necesito introducir la noción de flujo. Supongamos que el problema de valores iniciales dado por (1) junto con $\mathbf{y}(0) = \alpha$ tiene la solución

$$\mathbf{y}(t, \alpha). \tag{3}$$

Tradicionalmente pensamos aquí que α es un parámetro y entonces (3) define una función de t con valores en el espacio (llamado de las fases) de dimensión D en el que vive $\mathbf{y}$. Esta función, claro es, proporciona la solución del problema de valores iniciales del que venimos hablando. Cambiemos nuestro punto de vista. Degrademos t al papel de parámetro mientras exaltamos α al papel de variable independiente. Así (3) define, para cada t fijado, una transformación en el espacio de las fases, que nos dice dónde va a estar el sistema tras t unidades de tiempo, supuesto que ahora esté en el estado α. Esta transformación ϕ_t es el *flujo* del sistema a tiempo t. Para no complicar las cosas, supongamos que $D = 2$; nuestro sistema diferencial tiene al plano como espacio de fases. Si conozco el flujo ϕ_t de un sistema en el plano ¿cómo puedo saber si el sistema es Hamiltoniano? Es decir ¿como puedo saber si daré con una función real H para que valga (2)? La respuesta es: el sistema es Hamiltoniano (salvo detalles técnicos) si y solamente si el correspondiente flujo ϕ_t para cada t preserva el área de las figuras del plano. Esto es, si Ω es un dominio plano acotado arbitrario, Ω y $\phi_t(\Omega)$ tienen la misma área. En más dimensiones hay que cambiar conservación de área por conservación de algo más complicado llamado forma simpléctica. Las transformaciones que conservan ese algo más complicado se llaman simplécticas y entonces el resultado es "sistema Hamiltoniano equivale a ϕ_t simpléctica". Los problemas Hamiltonianos tienen propiedades cualitativas específicas, no compartidas por otros tipos de sistemas. Y todos estos rasgos propios manan del carácter simpléctico de sus flujos.

¿Dónde entran los métodos numéricos? Un método numérico de un paso sustituye el verdadero flujo ϕ_t que es incomputable en general, por una aproximación ψ_t. Por ejemplo, $\psi_t(\mathbf{y}) = \mathbf{y} + t\mathbf{f}(\mathbf{y})$ corresponde al método de Euler. La transformación se usa para mover la condición inicial α a $\mathbf{Y}_1 = \psi_h(\alpha)$ (h es un pequeño incremento llamado la longitud de paso) que da una aproximación a $\mathbf{y}(h) = \phi_t(\alpha)$. Luego se forma $\mathbf{Y}_2 = \psi_h(\mathbf{Y}_1)$, aproximación a $\mathbf{y}(2h) = \phi_h(\mathbf{Y}_1)$ etc. El problema es que, para sistemas Hamiltonianos y todos los métodos usuales, la transformación ψ_t que aproxima al flujo simpléctico ϕ_t resulta no ser simpléctica. En alguna manera –que se puede precisar– el proceso de reemplazar el verdadero flujo ϕ_t por la aproximación numérica ψ_t nos saca fuera de la clase de problemas Hamiltonianos. Parece entonces deseable simular los sistemas Hamiltonianos, sobre todo si nos interesan rasgos cualitativos específicamente Hamiltonianos, por métodos numéricos para los cuales ψ_t resulte ser simpléctica. Estos son los llamados métodos simplécticos en los que trabajamos.

Cualquier lector interesado en integración simpléctica o en obtener bibliografía puede ponerse en contacto conmigo, a ser posible por correo electrónico.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 33-40

TEXT PROCESSORS AND SYMBOLIC ALGEBRA [1]

ANDRÉ DEPRIT
NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY
GAITHERSBURG, MD 20899–0001, U.S.A.

Symbolic Algebra stems from the realization that mathematical formulas are nothing but pieces of text; symbols are strings of characters; expressions are concatenations of symbols. Basic operations on formulas such as expansions and cancellations amount to identifying a certain template in a formula and acting correspondingly. There follows naturally that symbolic algebraic processors are built on the foundations of a pattern matcher prepared to treat mathematical texts.

The use that will be made of a formula determines the format of its text. A numerical analyst interprets a sentence like

$$\texttt{Let } P(x) \texttt{ be the polynomial } \sum_{0\leq j\leq 10} a_j x^j. \tag{1}$$

as defining a mapping

$$x \to P(x) \,:\, \mathbf{R} \to \mathbf{R}$$

depending on 11 parameters which are the coefficients (a_j). In that perspective, he takes upon himself the task of translating the text (1) into a text, say C, like the following

```
integer j
real*8 P, a(0:10), x
P = 0.
do 100 j = (10, 0, -1)
  P = P * x + a(j)
100 continue
```

He wrote it that way because he intends to have it conveyed to a computer by an interpreter specialized in Formula Translation, FORTRAN for example.

[1] First draft of a communication to the symposium # 172 sponsored by the International Astronomical Union to celebrate the second centenary of the Bureau des Longitudes in Paris.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 33-40

In turn, the interpreter, a compiler to call it by its name, will convert C into a string $\mathcal{A}$ of characters representing a sequence of machine instructions. After the commands have been executed, the value $P(x)$ appears somewhere in the memory of the computer. Additional instructions will be needed to make of it a text that the numerical analyst will read as the approximate value of the real number that is $P(x)$. Could informaticians save mathematicians the tedious task of translating the sentence (1) into the code C? After all, a calculation is basically a matter of typography.

1 Processors of mathematical texts

In the computer world of today, the term "text processor" is understood in a limited sense: it applies to programs for converting a string of characters into a sequence of printer commands. Such are, for instance, MS WORD, WORD PERFECT and TEX. Printer commands, however, are also strings of characters, and thus we feel justified in returning the term of text processor to its etymological meaning of "text transformer". In the first years of the computer age, there appeared very elaborate programs to do just that, to map strings of characters onto strings of characters. They were known as "macro processors." The most famous one was SNOBOL, and a handful of mathematicians took advantage of it to carry out sizable symbolic calculations by computers. One might argue that current processors of mathematical texts like MATHEMATICA are descendants of SNOBOL.

It was even conceived, at one time, that a compilation language should be capable of producing not simply a program, but a class of programs whose characteristics would be determined by macro variables, replacement rules and conditional macro statements. The idea is quite appealing. It has survived in the preprocessor appended to the language C and also in FORTRAN, but there only on a diminutive scale. In the early sixties, though, the idea had been implemented successfully as an integral component of PL/1 destined, in IBM's plans, to replace both FORTRAN and COBOL as the compiler language for the main frames in its series 360 and 370. Commercial and scientific users resisted the change. Like SNOBOL, PL/1 is now a dead language. For a while, though, it served among other things to automate symbolic calculations.

Once I had transferred my system for Mechanized Algebraic Operations

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 33-40

from FORTRAN and assembler to PL/1, I made intensive use of the parametric facilities of the PL/1 in order to fit the subroutines of MAO to classes of applications. With a number of decisions taken at the preprocessing rather than at the execution stage, the whole system gained significantly in efficiency and ease of maintenance. In systems like MAO, there are many decisions to be taken before going into compilation. They concern, for instance, the number of trigonometric and polynomial variables in the Poisson series, the fields (rational, real or complex) of their coefficients, the structures of the nodes in the graphs representing a series, the naming of the series and their storage by pages in RAM or in disk, and so on.

At the same time that the macro processor of PL/1 was developed, Ritchie came with RATFOR, a text processor intended to map FORTRAN texts onto FORTRAN texts. What I had done for MAO in PL/1, Dr. Shannon Coffey did it for MAO in FORTRAN with RATFOR at the Naval Research Laboratories. We ran the two systems concurrently to explore thoroughly the possibility of extending the solution in exact form (i.e. without expanding in powers of the eccentricity) beyond order two the solutions I had obtained after elimination of the parallax for the main problem of artificial satellite theory. On either side of the departmental line, the macro parametrization provided the kind of generality, flexibility and performance needed for programming "experimentations", notably in large applications.

It was hoped for a short while that the macro facility attached to the PL/1 compiler would serve as the foundation of a general processor of mathematical texts. The body of procedures thus derived was named FORMAC. Its authors, Sammet and Tobey, nurtured great ambitions for their creation. FORMAC, however, in spite of some success in elementary celestial mechanics, never won acceptance among mathematical astronomers. It was definitively abandoned after Sconzo and Tobey renounced their project of reproducing the second order solution that Kozai had developed by hand for the main problem of artificial satellite theory.

The main idea behind macro processors, as far as it applies to mathematical texts, has been revived lately, this time quite successfully. We dispose nowadays of several processors of mathematical texts. Among them, I have chosen MATHEMATICA

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 33-40

2 Programming objects

A pattern matcher is more than a text editor in the sense that it equips symbols with enough hooks on which to hang various pieces of information. Among them is the name under which the symbol will be printed, its value if any, its attributes which are indications on how it will be treated by the pattern matcher itself. More important to a mathematician is the additional property that a list of procedures may be assigned to a symbol. We can, for instance, agree that the character string "polynomial" points to a procedure for creating polynomials in several variables with numeric coefficients chosen at random, a procedure for calculating its degree, another one for assessing its density, etc.. Through the support mechanism which MATHEMATICA supplies with the instruction `SetDelayed`, one can pass mathematical structures like sets, vectors, quaternions, polynomials to the pattern matcher as *programming objects*.

Polynomials are introduced as programming objects in the file `Polynomials.m` in the directory `Polynomials`. There, one will find various functions tagged on the keyword `polynomial` for finding the degree of a polynomial, the number of its terms, its density by comparison to its maximum length possible and the list of its coefficients, also a procedure for generating all monomials of a given degree in a given list of variables. The construction of a polynomial integral for a dynamical system whose Hamiltonian is a polynomial will find there an algorithm generating complete polynomials of a given degree with subscripted coefficients, the subscripts corresponding to the exponents in the monomials by which the coefficients are multiplied.

Hanging properties to a symbol is one component of the technique known as *object oriented progamming*; the second one is the faculty of transmitting properties from one symbol to another, i.e. in mathematical terms, the possibility of stating that a certain structure is a substructure of another one. The inheritance mechanism of MATHEMATICA is a primitive affair. Considering the tight secrecy guarding the internal organization of MATHEMATICA, there is not much a user can do to remedy the deficiencies apart from developing software gadgets for detecting private mistakes or systemic inconsistencies. Yet, as MATHEMATICA grows in acceptance among mathematicians, it begins to supply general tools to assist programmers in building structured systems. Thank to the command `DeclarePackage`, it is now possible, for

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 33-40

example, to leave to the interpreter the responsibility of loading packages of code at the time they are needed. Soon probably, MATHEMATICA will go one step further in providing a mechanism to generate automatically loading manifests.

3 SAP

To the software system I am building on top of MATHEMATICA I gave the name "SAP", an acronym for Symbolic Algebra Processor. The name which means *savia* in English wants to emphasize the idea that the system grows like a tree.

The plant takes its root in a directory called `Base`. Its file `Fixup` repairs glaring errors and omissions on the part of the text processor. Why is it, for instance, that MATHEMATICA lacks a symbol as convenient in symbolic calculations as the sign $\pm$? After `Fixup` comes a lexicon `Objects` of privileged mathematical words. In the file `Sets` are assembled general programming tools like the quantifiers `every`, `some` and `anyFrom` together with procedures for building either all the subsets of a finite set or simply all its subsets of a given length.

As much as possible I want to spare users (myself included) the frustrations one feels in having to guess why an erroneous call to a SAP procedure has no effect or, worse even, has been executed by the pattern matcher to its ultimate and apparently unpredictable consequences. Prevention of errors led to add to `Base` an extensive package `Specifications` combining warnings and error detectors. They are grouped as a set of predicates to identify programming structures proper to MATHEMATICA and, by duality, a central table of warnings to be issued when a function is called outside its field of validity. Debugging is the bane of symbolic calculations. As one learns quickly from experience that the most innocent looking operations usually end up in very large series of terms, it is vain to hope to find an error by simply looking at screens after screens of mathematical texts. A debugging session should start with at least some global indications about the complexity of a suspect expression. The file `Debug` supplies functions for listing the vital signs of a formula (head, length, depth, occupation in memory), its symbols or, more generally, its atoms.

And what about mistakes in SAP itself? They occur most often when a

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 33-40

modification at one point in the tree (more, precisely the graph) of packages that constitute SAP is not propagated through the leaves stemming from that point. To facilitate the detection of that kind of errors, each chapter of SAP is made of two parts: first the code centered on a mathematical structure along a hierarchy of enveloping superstructures and carefully planned for automatic loading by the pattern matcher, then a bag of short illustrations and checks. Illustrations are mostly in the form of identities; the left hand side is a call to a procedure established in the code section whereas the right hand side is the answer expected from the code, either written explicitly or, more often, produced by an earlier version discarded because it was slower or less elegant. When called to activate the checking section, MATHEMATICA will answer the exercises by `True` or `False`. This way, at a quick glance, I can assess how I might have ruined the integrity of SAP by modifying a programming object either locally or anywhere in the line of its ascendants.

4 Some applications

SAP does not proceed from a grand design; instead, it grows by successive accumulations depending on the problems that my colleagues, my students and I are facing in our research.

Here is an example. To describe the motion of a satellite in the neighborhood of a planet, Artificial Satellite Theory needs a frame of reference $\mathcal{G} = (\boldsymbol{b}_1(t), \boldsymbol{b}_2(t), \boldsymbol{b}_3(t))$ attached to the planet at its center of mass. It is called the *geographic* frame because it is fixed in the planet. The geographic frame is not fixed in space. Nevertheless, it is assumed that there exists a time t_0 at which the geographic frame $\mathcal{G}(t_0) = (\boldsymbol{b}_1(t_0), \boldsymbol{b}_2(t_0), \boldsymbol{b}_3(t_0))$ is an *absolute* (or inertial) frame in the sense of Newtonian mechanics; $\boldsymbol{\omega}(t)$ will designate the angular velocity of $\mathcal{G}(t)$ with respect to $\mathcal{G}(t_0)$. The position $\boldsymbol{x}$ of the planet is usually decomposed in the geographic frame $\mathcal{G}(t)$ as the sum

$$\boldsymbol{x} = x_1\,\boldsymbol{b}_1(t) + x_2\,\boldsymbol{b}_2(t) + x_3\,\boldsymbol{b}_3(t).$$

For a satellite at low altitude, the equations of motion are derived from the Lagrangian

$$\mathcal{L}(\dot{\boldsymbol{x}}, \boldsymbol{x}, t) = \tfrac{1}{2}\Big(\dot{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{\omega}(t) \times \boldsymbol{x}\Big) \cdot \Big(\dot{\boldsymbol{x}} + \boldsymbol{\omega}(t) \times \boldsymbol{x}\Big) - \mathcal{V}(\boldsymbol{x}). \qquad (2)$$

where $\mathcal{V}(\boldsymbol{x})$ is the potential due to the attraction of the planet. The functions attached to the programming object `vector` in the package `Algebre:Vectors` allow to transcribe the formula (2) into a text that the processor MATHEMATICA can understand. The differential operators gathered in the package `Analyse:VectorCalculus`, when applied to that text will then build the Lagrangian equations emanating from (2). Passed that elementary step, we met a serious problem.

Mathematical astronomers, oceanographers and geodesists are used to express the potential as a finite sum of spherical harmonics

$$\mathcal{V} = -\frac{\mu}{r}\left[1 + \sum_{n\geq 2}\left(\frac{\oplus}{r}\right)^n \sum_{0\leq m\leq n}(C_{n,m}\cos m\lambda + S_{n,m}\sin m\lambda)\, P_{n,m}(\sin\beta)\right]$$

in the spherical coordinates (r, λ, β) such that

$$\boldsymbol{x}\cdot\boldsymbol{b}_1 = r\,\cos\lambda\cos\beta, \qquad \boldsymbol{x}\cdot\boldsymbol{b}_2 = r\,\sin\lambda\cos\beta, \qquad \boldsymbol{x}\cdot\boldsymbol{b}_3 = r\,\sin\beta.$$

As they demanded more and more information from the development, they increased the degree and the order of the series. Nowadays a 32×32 model of the geopotential is minimum standard; it counts as many as 58905 terms. Besides, spherical coordinates introduce singularities along the polar axis. But they are spurious. A bear with just a little taste for geometry, as she sits on the North pole, realizes she couldn't possibly give her longitude from the meridian of Greenwich. Yet the beast knows very well its station on earth. (Test that point, please, by approaching the bear!). At the end of last century, it was considered to replace the spherical coordinates by a system based on the decomposition $\boldsymbol{x} = r\,\boldsymbol{u}$. But consummate artists in symbolic calculation, people like Félix Tisserand (1845–1896), recoiled before the complexity of the formulas for the gradient, the Hessian and the Laplacian of a potential with respect to the Cartesian coordinates when the latter is expressed in projective coordinates. The *projective* coordinates $(r, \boldsymbol{u})$ are not independent; indeed, by definition, $\boldsymbol{u}$ is a direction, that is to say, a unit vector. Therefore the classical tensor formulas are not applicable.

At the University of Zaragoza, Dr. Jesús Palacián and I arrived for the Hessian at a concise intrinsic formula. Here it is in the notations of `SAP`.

```
hess[x][F @@ cartesian] ==
  Dot[jac[x][u], hess[u][F @@ projective], jac[x][u]] +
  tensor[u,image[matrix,jac[x][u]][grad[u][Dt[F @@ projective, r]]]] +
  tensor[image[matrix,jac[x][u]][grad[u][Dt[F @@ projective, r]]],u] -
  ((u~tensor~image[matrix, jac[x][u]][grad[u][F @@ projective]]) +
  (image[matrix, jac[x][u]][grad[u][F @@ projective]]~tensor~u) +
  dot[u, grad[u][F @@ projective]] jac[x][u]) / r +
  Dt[F @@ projective, r] jac[x][u] +
  Dt[F @@ projective, {r, 2}] (u ~ tensor ~ u)
```

The return to "civil" notations is easy; it was done by translating the SAP text through Latex:

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} = \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{\partial x}{\partial u} \circ \dfrac{\partial^2 F^*}{\partial u^2} \circ \dfrac{\partial x}{\partial u} \\[2ex] + \boldsymbol{u} \otimes \dfrac{\partial x}{\partial u} \left(\dfrac{\partial}{\partial u} \left(\dfrac{\partial F^*}{\partial r} \right) \right) + \dfrac{\partial x}{\partial u} \left(\dfrac{\partial}{\partial u} \left(\dfrac{\partial F^*}{\partial r} \right) \right) \otimes \boldsymbol{u} \\[2ex] - \dfrac{1}{r} \left[\boldsymbol{u} \otimes \dfrac{\partial x}{\partial u} \left(\dfrac{\partial F^*}{\partial u} \right) + \dfrac{\partial x}{\partial u} \left(\dfrac{\partial F^*}{\partial u} \right) \otimes \boldsymbol{u} + \left(\boldsymbol{u} \cdot \dfrac{\partial F^*}{\partial u} \right) \dfrac{\partial x}{\partial u} \right] \\[2ex] + \dfrac{\partial F^*}{\partial r} \dfrac{\partial x}{\partial u} + \dfrac{\partial^2 F^*}{\partial r^2} \boldsymbol{u} \otimes \boldsymbol{u}. \end{array} \right.$$

The formula is susceptible of many applications in programs by which the coefficients $C_{n,m}$ and $S_{n,m}$ are determined by observations of positions. For us it was of interest because it allowed us to check the corresponding formula for the Laplacian.

In another domain, I want to mention how SAP has made it possible for us to discover the quaternion structure behind the KS transformation of Kustaanheimo and Stiefel, and to discover new KS transformations

On the whole, symbolic processors, MATHEMATICA and its child SAP, have increased significantly the scientific productivity of the Grupo de Mecánica Espacial.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 41-44

APPARITION DES FRACTIONS CONTINUES ASCENDANTES DANS LES PROBLÈMES DE MESURE

CLAUDE BREZINSKI
LABORATOIRE D'ANALYSE NUMÉRIQUE ET D'OPTIMISATION
UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE
59655 VILLENEUVE D'ASCQ - CÉDEX, FRANCE

e-mail: brezink@omega.univ-lille1.fr

Notre histoire commence avec le papyrus Rhind qui date probablement du $16^{\text{ème}}$ siècle avant notre ère. A cette époque, pour des raisons typographiques liées aux signes hiéroglyphiques, les Egyptiens n' utilisaient que les fractions dont le numérateur était égal à un (à l'exception de 2/3). Toute fraction pouvait s'exprimer à partir de telles fractions unitaires et cette représentation était liée aux unités de mesure de la vie courante. Par exemple l'unité de capacité était le *hekat* (environ 292.24 inches cubes). Il était divisé en 10 *henu* et en 320 *ro*. Ainsi 1/64 *hekat* contenait 5 *ro*.

Considérons le problème de la division de 5 hekat de blé entre 12 personnes. On commence par diviser chaque hekat en trois et on en donne une à chacun. Il en reste trois. On divise chacune de ces trois parts en quatre, c'est a dire 1/4 de 1/3 d'hekat. Ainsi chaque personne aura reçu

$$\frac{5}{12} = \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1 + \frac{1}{5}}{3}$$

ce qui s'écrit donc sous forme de fraction continue ascendante. Toutes les unités de mesure utilisées dans l'antiquité et le moyen age (et même jusqu'au récent système monétaire britanique) étaient de ce type. Ainsi les poids des Romains étaient divisés en as (= 12 onces), once (= 8 dramma), dramma (= 3 scrupoli) et scrupolo. Si l'on veut exprimer 6 onces, 5 dramma, 1 scrupolo en as on a

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 41-44

$$\begin{aligned} 6\,\mathrm{O}+5\,\mathrm{D}+1\,\mathrm{S} &= 6\,\mathrm{O}+5\,\mathrm{D}+\frac{1}{3}\,\mathrm{D}= \\ &= 6\,\mathrm{O}+\left(5+\frac{1}{3}\right)\,\mathrm{D}= \\ &= 6\,\mathrm{O}+\frac{5+\frac{1}{3}}{8}\,\mathrm{O}= \\ &= \left(6+\frac{5+\frac{1}{3}}{8}\right)\,\mathrm{O}= \\ &= \frac{6+\frac{5+\frac{1}{3}}{8}}{12}\,\mathrm{A}. \end{aligned}$$

Bien que d'une manipulation difficile, les fractions unitaires des Egyptiens furent utilisées par les Grecs puis transmises aux Arabes.

On les trouve en particulier dans les ouvres de Abū Kāmil ($9^{\text{ème}}$ siècle), Al Hassār et Ibn Al Bannā ($13^{\text{ème}}$ siècle). Dans son traité d'arithmétique, Al Qalasādī ($15^{\text{ème}}$ siècle) donne une règle générale pour transformer une fraction en fraction continue ascendante. Soit M/N avec $M < N = abcd$ et $a > b > c > d$. On commence par écrire

$$\frac{M}{N} = \frac{m_1}{a} + \frac{m_2}{ab} + \frac{m_3}{abc} + \frac{m_4}{abcd}$$

avec $m_1 < a$, $m_2 < b$, $m_3 < c$ et $m_4 < d$. Pour cela on divise M par d. Soit m_4 le reste et $(M - m_4)/d$ le quotient. On divise ce quotient par c et l'on obtient un nouveau reste m_3 et un nouveau quotient. On divise à son tour ce quotient par b pour obtenir un reste m_2 et un dernier quotient m_1. On a ainsi M/N soous la forme donnée plus haut qui peut encore s'écrire

$$\frac{M}{N} = \frac{m_1 + \frac{m_2 + \frac{m_3 + \frac{m_4}{d}}{c}}{b}}{a}$$

ce que les mathématiciens arabes symbolisaient par

$$\frac{M}{N} = \frac{m_4 m_3 m_2 m_1}{dcba}$$

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 41-44

Les fractions continues ascendantes sont reliées en fait au procédé d'Euclide. On a

$$N = a_1 M + R_1 \quad \text{avec } R_1 < M$$

puis

$$N = a_2 R_1 + R_2 \quad \text{avec } R_2 < R_1$$

et ainsi de suite

$$N = a_i R_{i-1} + R_i \quad \text{avec } R_i < R_{i-1}.$$

Si l'on divise la première relation par $a_1 N$, la seconde par $a_1 a_2 N$, etc ..., on obtient

$$\frac{1}{a_1} = \frac{M}{N} + \frac{R_1}{a_1 N}$$

$$\frac{1}{a_1 a_2} = \frac{R_1}{a_1 N} + \frac{R_2}{a_1 a_2 N}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$\frac{1}{a_1 \ldots a_i} = \frac{R_{i-1}}{a_1 \ldots a_{i-1} N} + \frac{R_i}{a_1 \ldots a_i N}$$

et finalment

$$\frac{M}{N} = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_1 a_2} + \cdots + \frac{(-1)^{i-1}}{a_1 \ldots a_i} + \frac{(-1)^i}{a_1 \ldots a_i N}$$

avec $a_{i-1} < a_i$.

Les fractions continues ascendantes furent introduites en Europe par Leonardo Fibonacci (c.1170 - c.1250), un marchand de Pise qui voyagea beaucoup en Grèce et au Moyen-Orient où il fut en contact avec les mathématiciens arabes. Dans son livre *Liber Abaci* écrit en 1202, on rencontre cette sorte de fractions qu'il appelait *fractiones in gradibus*. Il fut le premier à donner la théorie des fractions continues ascendantes sans le relier à un système de mesure particulier et à remplacer les tables dont se servaient les Egyptiens par une méthode mathématique rigoureuse. Cette méthode était celle exposée plus haut en changeant simplement les R_i en $-R_i$. Le procédé se termine lorsque $R_i = 1$.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 41-44

A partir de cette époque, la méthode fut exposée, sous le nom de *practica italiana*, dans la majorité des livres d'arithmétique dont ceux de Jean de Meurs, Michel Stifel, Cristophe Clavius, Simon Jacob, Cristoph Schleupner, Martin Wenceslaus et Johann Michael Kegel. En 1606, Pietro Antonio Cataldi (l'inventeur des fractions continues descendantes) les définissait comme une quantité écrite sous la forme d'une fraction d'une fraction.

Après cette période de développement il semble que les fractions continues ascendantes aient complètement disparues de la littérature jusqu'à la fin du $18^{\text{ème}}$ siècle. On les retrouve alors dans certains travaux de Johann Heinrich Lambert, Joseph Louis Lagrange et du japonais Ryōhitsu Matsunaga en 1739. Elles furent de nouveau oubliées pour une centaine d'années pour reparaître ensuite sous les plumes de James Joseph Sylvester et Wacław Sierpinski entre autres. Elles semblent oubliées presque définitivement de nos jours au profit des fractions continues descendantes dont l'intéret ne s'est jamais démenti et qui bénéficient même, à l'heure actuelle, d'une grande vitalité conjointement aux approximants de Padé qui leur sont très proches.

Pour une histoire complète de ce domaine voir [1].

[1] C. BREZINSKI: History of continued fractions and Padé approximants, Springer-Verlag, Berlin 1991.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 45-48

NUMERICAL ANALYSIS AND COMPUTATIONAL STRUCTURAL BIOLOGY

ROBERT SKEEL[1]
UNIVERSITY OF ILLINOIS

In this article are some thoughts on numerical analysis in general and my research interests in particular.

The first use of the term "numerical analysis" was in the 1940's. The word "analysis" came not from the branch of mathematics known as analysis but from the practice of "analyzing" an application problem numerically (instead of analytically). During the 1960's we witnessed the systematization and abstraction of numerical analysis. In the 1970's this systematization was extended to the programming side of numerical analysis under the banner "mathematical software." This enterprise has been very successful. The earlier efforts such as LINPACK have (through the use of "LINPACK benchmarks") even influenced the design of supercomputers. More recent supercalculators like *Mathematica* and MATLAB have shown how useful this generic approach to mathematical software can be. Moreover, the more specialized MATLAB has sufficient raw number-crunching capabilities to be useful for prototyping applications-oriented software.

However, generic software, even in the form of efficient Fortran (or C) subroutines is inadequate for large-scale scientific computing:

1. Generic software cannot exploit special structure and thus is often much less efficient than application-specific software.

2. There arises a vast variety of problem types in practice, and it is difficult to anticipate all of them. Sometimes, the statement of the problem has to undergo contortions in order to fit available generic numerical software.

[1]Universidad de Valladolid, profesor visitante Iberdrola, from the University of Illinois.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 45-48

3. The desire to make use of existing modules can encourage solution strategies that are numerically unstable. It is how we break a problem into smaller parts that governs the stability of the solution process. This decision needs to be dominated by numerical stability concerns rather than by the existence of modules for certain types of standard problems.

Also the conceptual side of numerical analysis can be enriched by an applications-oriented approach. General theories are not the only way to develop numerical tools. The alternative approach based on case studies is used in some disciplines. There reason to believe that ideas developed for a particular application area can transfer to other areas and contribute to a more general theory. For example, there is significant work on symplectic integration techniques in astrophysics community but this work might in the end be more useful for molecular dynamics.

It is sometimes thought that specialized numerical analysis belongs in the application discipline and that numerical analysis proper limits itself to more general problems in which the applications content has been abstracted away. However, a numerical analyst can bring to an application many useful insights that cannot be easily be obtained by applications specialists from books written for them on general numerical analysis.

Computational structural biology is an excellent example of an area well suited for specialized numerical methods. The application is potentially very important, and it has only limited use for generic numerical software. The purpose of computation in structural biology is to gain an understanding how living organisms function at the molecular level. Practical applications include the design of new agrochemicals and pharmaceuticals. Some chemical and pharmaceutical firms have purchased supercomputers; others have just started taking an interest in computational modeling.

Macromolecules are accurately modeled by quantum mechanics; but for more than a hundred atoms any pretense to full quantum mechanics becomes computationally prohibitive, and a basically classical mechanics approximation becomes necessary. In particular, the potential energy is defined as a function of the atomic positions and consists of a vast sum of 2-, 3-, and 4-body interactions.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 45-48

Following are three important examples of computational problems in biomolecular modeling:

1. The celebrated "protein folding problem" is in principle just a very hard global minimization problem—very hard because of the very roughly 3^N local minima, where N is the number of atoms. The importance of the problem is due to the fact that although we know the sequencing (topology) of tens of thousands of proteins we know the structure (shape) of only hundreds of proteins. The latter is experimentally much more difficult to obtain.

2. The problem of structure determination is similar except that one is given not only the sequence but also X-ray diffraction or NMR observations for the protein. The basic approach is to complement the observational data by seeking low values of the empirical potential energy function.

3. The problem of dynamics is to determine the nature and time scale of chemically significantly events: how does the structure of the molecule change in order for it to accomplish its function.

There are a number of numerical analysts working on problems in this area.

My interest is in computational methods for biomolecular modeling, and my research has thus far been limited to integration methods for molecular dynamics (MD). Simulations of atomic trajectories in MD are quite different from what is usually thought to be the problem in ODEs. Perhaps the main complication is the chaotic nature of the atomic trajectories: a roundoff error introduced into the computations will overwhelm the theoretically correct trajectory during the very early stages of the simulation, even with the use of double precision. Moreover, it extremely unlikely that shadowing can be used to justify the computation, because these problems are of Hamiltonian type. Nonetheless, at a higher, less detailed level a biomolecule must behave fairly consistently in a variety of environments; otherwise it would not be biologically useful. So one might believe that computer MD simulations do have meaning if, for example, the computational (and modeling) errors can be masqueraded as environmental effects.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 45-48

Currently popular for MD is the second-order accurate Störmer/leap-frog/Verlet method. The expensive part of the computation is the evaluation of the forces acting on each of the atoms. Improvements in performance can be achieved in two obvious ways. One way is to reduce the time needed to do a force evaluation. The fast multipole method and related methods based on clustering particles can bring down the cost of evaluating the electrostatics force for N atoms from, say, $12N^2$ operations to $36000N$ operations (if single precision accuracy is desired). Also, the force evaluation is in principle well-suited for parallel evaluation. However, the need to comunicate the results between processors results in a significant communication delay, and it is nontrivial to balance the computational work among processors. The second obvious way to improve performance is to reduce the frequency with which forces are evaluated. This is where the numerical ODE specialist can help. The timestep of an explicit method is limited by the motion of the high frequency components of the motion, which are caused by a relatively small number of bond length and bond angle terms in the potential energy function. It thus seems that it should be possible to do an integration with less frequent evaluations of the other more numerous forces—an approach called *multiple time steps.* Alternatively, because the high frequency part of the motion has small amplitude, it is possible to make bond lengths rigid and use a time step twice as large—constrained MD.

The design of methods is very much tied up with the question of accuracy. My working assumption has been that it is enough to make the error small from a *meaningful* backward error analysis point of view. For Hamiltonian systems, meaningful means that the computational errors can be interpreted as a small perturbation to the scalar Hamiltonian function (and not merely to the right-hand side of the ODE). This is the main reason for my interest in symplectic integrators, and the design and theory of such methods is the subject of my work in Valladolid in the Departamento de Matemátic Aplicada y Computación.

The goal is to incorporate the results of these investigations into a molecular dynamics program `namd` that was recently developed at the University of Illinois Beckman Institute in Urbana in a collaboration between computer scientists and physicists. The program was designed to run in parallel on distributed memory computers and it uses fast electrostatic routines developed at Duke University in Durham, North Carolina.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 49-54

EURHOMOGENIZATION WORKSHOP ON CONTROL INVERSE PROBLEMS AND THE CALCULUS OF VARIATIONS

MADRID, ESPAÑA
24 - 25 FEBRERO (1995)

Los pasados días 24 y 25 de Febrero se celebró en el Hotel Prisma de Madrid un workshop en el marco del proyecto EurHomogenization ($SC1^* - CT91 - 0732$) de la Unión Europea. Asistieron un total de cuarenta y cinco personas: veinticinco miembros de los equipos que participan en este proyecto, diversos doctorandos de la Comunidad de Madrid y varios especialistas de otras Universidades españolas.

La organización del evento corrió a cargo de Anibal Rodriguez-Bernal y Enrique Zuazua y contó con una subvención de la Facultad de Ciencias Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid.

El proyecto europeo EurHomogenization comenzó su andadura hace ahora aproximadamente tres años en el marco del programa Science. Los coordinadores generales de este proyecto son Doina Cioranescu (CNRS y Université Paris VI) y Alain Damlamian (Ecole Polytechnique de Paris). Participan asimismo las Universidades de Pisa, Heidelberg y Complutense de Madrid, siendo los coordinadores locales Giuseppe Butazzo, Willi Jaeger y Enrique Zuazua respectivamente.

En esta reunión se expusieron diversos resultados recientes relacionados con el Control, la Homogeneización y el Cálculo de Variaciones. E. Sanchez-Palencia presentó un modelo de cáscaras y describió resultados que muestran la no convergencia de las aproximaciones usuales mediante elementos finitos. F. Murat mostró un resultado reciente de paso al límite $3d \rightarrow 1d$ à

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 49-54

la Ciarlet en el contexto de las ecuaciones elípticas no-lineales. G. Francfort presentó un modelo de la Mecánica de la fractura y de la fatiga y exhibió resultados de existencia y regularidad para las configuraciones de equilibrio. G. Bouchitté abordó el problema de la homogeneización de ecuaciones elípticas con coeficientes rápidamente oscilantes no uniformemente acotados en L^∞. En la charla de Luz de Teresa se estudió la controlabilidad de un modelo de placas termoelásticas y J. Saint Jean Paulin expuso un resultado de homogeneización en el contexto del control óptimo de ecuaciones elípticas con coeficientes oscilantes en los que el funcional también presenta oscilaciones. A. Dall'Aglio abordó la homogeneización de ecuaciones parabólicas con coeficientes dependientes del tiempo mientras que A. Garroni estudió la convergencia de soluciones de sistemas elípticos en dominios perforados y A. Mikelic analizó cuestiones similares para el sistema de Navier-Stokes. W. Jaeger presentó nuevos esquemas numéricos para el cálculo de las fronteras libres en ecuaciones parabólicas degeneradas y J. J. L. Velázquez expuso resultados de formación de singularidades para la ecuación del movimiento por curvatura media. Finalmente U. Hornung presentó un proyecto en colaboración con la industria en el que se pretende obtener estrategias óptimas de reducción de residuos en suelos contaminados.

El proyecto EurHomogenization está a punto de concluir. Se debatió sobre la posibilidad de presentar un nuevo proyecto en Bruselas en el que se aborde este tipo de temas.

El próximo mes de junio en Niza se celebrará el congreso de clausura del proyecto en el que participarán, entre otros, como conferenciantes invitados: John Ball, Ennio De Giorgi, Miguel A. Herrero y Jacques Louis Lions. Para más información: Alain Damlamian (damla@orphee.polytechique.fr).

De entre las actividades desarrolladas en el contexto del proyecto cabe señalar que se ha establecido un servicio electrónico de "News Letters" y de "preprints". Aquellos interesados pueden dirigirse a Ulrich Hornung (ulrich@ informatik.unibw-muenchen.de).

ENRIQUE ZUAZUA
zuazua@eucmvx.sim.ucm.es

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 49-54

XIV CEDYA - IV CMA

VIC, SEPTIEMBRE (1995)

Del 18 al 22 de septiembre del presente año se celebrará en Vic (Barcelona) el decimocuarto Congreso de Ecuaciones Diferenciales y Aplicaciones y el cuarto Congreso de Matemática Aplicada. Además de las conferencias plenarias de 1 hora de duración a cargo de Philippe G. Ciarlet, Jacques L. Lions, Amable Liñán, Ernest Fontich, Jean L. Mawhin y Jean C. Yoccoz (ver anuncio en la página 32 de este boletín), hay programadas una serie de conferencias invitadas, de 40 minutos. Los conferenciantes son:

Alfredo Bermúdez de Castro (Universidad de Santiago de Compostela): *Algunas aplicaciones de la modelización matemática en la industria del aluminio.*

Henk Broer (University of Groningen): *Singularities in stability diagrams of Hill's equation.*

Xavier Cabré (Institute for Advanced Study, Princeton): *Supremum estimates for elliptic and parabolic P.D.E.'s*

Maria del Carme Calderer (Pennsylvania State University): *tema por confirmar.*

Àngel Calsina (Universitat Autònoma de Barcelona): *Dinámica de poblaciones estructuradas y estrategias evolutivamente estables.*

Alain Chenciner (Université Paris VII): *tema por confirmar.*

Jesús Ildefonso Díaz (Universidad Complutense de Madrid): *Modelización y tratamiento matemático de algunos problemas de fusión nuclear.*

Enrique Fernández–Cara (Universidad de Sevilla): *Algunos resultados de existencia, unicidad y estabilidad relacionados con fluidos no newtonianos.*

Bernold Fiedler (Freie Universität, Berlin): *O.D.E. boundary value problems and global attractors of parabolic P.D.E.'s*

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 49-54

Francesc Giralt (Universitat Rovira i Virgili): *Direct numerical calculations of flow and heat transfer in non-linear systems.*

Gerard Gómez (Universitat de Barcelona): *Resonancias en el entorno de los puntos triangulares de equilibrio del sistema Tierra–Luna.*

Antoni Huerta (Universitat Politècnica de Catalunya): *Condiciones de contorno artificiales para dominios infinitos. Aplicaciones al flujo medio poroso.*

Hans R. Jauslin (Université de Bourgogne): *Floquet spectrum in Schrödinger equations with time–dependent ergodic potencials.*

Ken Morgan (University College Swansea): *Finite elements methods for aerodynamic flows.*

Manuel Núñez (Universidad de Valladolid): *Inestabilidades magnetohidrodinámicas y manchas solares.*

Rafael Obaya (Universidad de Valladolid): *Teoría ergódica para sistemas lineales bidimensionales.*

Rafael Ortega (Universidad de Granada): *Soluciones acotadas y cuasi–periódicas de un oscilador asimétrico.*

Ricardo Pérez–Marco (Université de Paris Sud): *On some problems in small divisors*

José A. Rodríguez (Universidad de Oviedo): *Despliegues de singularidades y atractores extraños.*

Andre Vanderbauwhede (Université de Gent): *Bifurcations of periodic orbits at k–fold resonances in conservative systems.*

Juan L. Vázquez (Universidad Autónoma de Madrid): *Problemas de frontera libre en teoría de la combustión.*

Juan M. Viaño (Universidad de Santiago de Compostela): *Obtención de un modelo de vigas alabeadas por el método asintótico en elasticidad 3D.*

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 49-54

Jean Paul Vila (Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse): *Développements recents de méthodes particulaires regulairiseés (S. P. H.). Applications à la mécanique des fluides et à la dynamique rapide.*

NATO ADVANCED STUDY INSTITUT THE MATHEMATICS OF MODELS FOR CLIMATOLOGY AND ENVIRONMENT

PUERTO DE LA CRUZ
11 - 21 ENERO (1995)

Tal y como ya se anunció en el Boletín nº 4, este curso tenía un carácter tutorial y estaba dirigido a jóvenes investigadores con intereses interdisciplinares. Además de los 14 conferenciantes principales asistieron al curso 60 participantes. Su distribución por países fue la siguiente: Bélgica 3, Francia 7, Alemania 1, Grecia 2, Italia 6, Holanda 3, Portugal 5, España 23, Turquía 3, Inglaterra 2, EE UU de América 1, Austria 1, Bielorrusia 2, México 1 y Polonia 1. Además del soporte general de la NATO se contó con algunas ayudas económicas provenientes de la European Science Foundation, las Universidades de La Laguna y Las Palmas y el Cabildo Insular de Canarias.

El curso versó sobre varios aspectos del tratamiento matemático de algunos problemas relevantes en Climatologia y Medio Ambiente. Uno de los objetivos del curso era el de establecer un puente entre los matemáticos interesados y los oceanógrafos, climatólogos y especialistas de otras ciencias.

Los modelos más complejos considerados fueron los modelos atmosféricos hidrodinámicos globales sobre el clima. Algunos de los modelos relativos a Ciencias de la Atmósfera y Oceanografía fueron los siguientes: "Test oriented models", modelos hidrodinámicos tridimensionales, modelos oceanográficos en mallados curvilíneos, nuevas formulaciones de las ecuaciones primitivas de la atmósfera, modelos acoplados de océano y atmósfera, fenómenos de mesoescala en la superficie de los océanos, modelos globales de balance de energía, etc.

La modelización de la dinámica de glaciares y casquetes polares fue también abordada en varias contribuciones, así como el estudio de algunos subsistemas físicos tales como áreas costeras y ríos. Merecen especial mención los estudios expuestos sobre El Estrecho de Gibraltar y sobre el clima de Canarias.

Los problemas de polución considerados se refirieron a las descargas de aguas residuales industriales y domésticas, el transporte y difusión de contaminantes, la intrusión de aguas saladas en desembocaduras de ríos, etc. También se analizó la influencia de decisiones y políticas de control en el medio ambiente mediante su modelización matemática.

La mayoría de los modelos matemáticos involucraban sistemas de ecuaciones no lineales en derivadas parciales. El tratamiento matematico de esos modelos fue muy variado, desde resultados de existencia, unicidad o bifurcación de soluciones, comportamiento para tiempos grandes, estabilidad, formación de interfases o fronteras libres, etc, hasta su tratamiento numérico, implementación de los algoritmos, problemas de control asociados, etc. Remitimos al Boletin nº 4 para una lista detallada de las conferencias desarrolladas. Cada conferenciante impartió tres conferencias aunque alguno de ellos compartió la docencia con otros especialistas asistentes al curso.

Se celebraron también sesiones diarias de comunicaciones cortas de 15 minutos que fueron impartidas por 18 de los participantes. También fueron organizadas dos sesiones de posters. En el capítulo de actividades sociales son de reseñar las visitas al Instituto Astrofísico de Canarias en las laderas del Teide y a la Estación de Seguimiento de Satélites del INTA y la ESA en la isla de Las Palmas. Un concierto de Cámara (por el Cuarteto Capriccio) y una cena social tuvieron también lugar.

Las actas del curso aparecerán en la serie correspondiente a cursos de la NATO de la editorial Springer-Verlag.

J.I.Díaz, Director del ASI

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 59-66

DOCTORADO HONORIS CAUSA PARA CHARLES A. MICCHELLI

El pasado 13 de diciembre fue investido Doctor Honoris Causa por la Universidad de Zaragoza Charles A. Micchelli, investigador de los Laboratorios T.J. Watson de IBM en Yorktown Heights, Nueva York.

Nacido el 22 de diciembre de 1942 en Newark, New Jersey, Estados Unidos, se doctoró en Matemática Aplicada en la Universidad de Stanford, en 1969, bajo la dirección del Profesor Samuel Karlin. El doctor Micchelli es actualmente uno de los máximos representantes mundiales de Métodos Numéricos en Teoría de Aproximación. En particular, son de destacar sus trabajos sobre splines multivariados, interpolación con bases de funciones radiales, modelado geométrico de curvas y superficies, análisis de ondículas (Wavelets) y problemas matemáticos de las redes neurales.

Autor de unos doscientos trabajos de investigación, muchos de ellos en colaboración con investigadores de todo el mundo, es editor jefe de la revista Advances in Computational Mathematics y editor de las revistas Journal of Approximation Theory, Constructive Approximation, Numerical Algorithms, Applied and Computational Harmonic Analysis, Journal of Approximation Theory and Applications, Numerical Mathematics,... así como de varios volúmenes de Proceedings de congresos y autor del libro Geometric Modeling of Curves and Surfaces editado últimamente por SIAM.

Por su interés en relación con nuestra Sociedad creemos interesante reproducir algunos párrafos de su discurso en el acto de investidura.

"Creo que un investigador matemático es responsable ante su ciencia de mantenerla y ampliarla, desarrollando nuevos e interesantes conceptos e intentando resolver destacados problemas matemáticos. Un matemático aplicado tiene la responsabilidad adicional de producir nuevas técnicas susceptibles de ser usadas para resolver problemas de la ciencia y la tecnología. Además, si desarrolla su trabajo en la industria se enfrenta con frecuencia

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 59-66

a la tarea de buscar soluciones para problemas urgentes que requieren la aplicación inmediata de técnicas matemáticas conocidas.

Esta reponsabilidad diaria de un matemático aplicado en la industria significa una tarea difícil, que hace gastar mucho tiempo y que está a menudo en conflicto con sus responsabilidades de ampliar los principios básicos de su ciencia. A este respecto, actúa como un consumidor de técnicas matemáticas más que como un creador de nuevas matemáticas.

Sin embargo, debe intentar cumplir con ambas responsabilidades. En este aspecto actúa como un puente entre la industria y la comunidad matemática, sobre el cual la información fluye libremente en ambos sentidos.

Naturalmente, la construcción de tales puentes no es en absoluto una tarea fácil y tampoco puedo ni siquiera empezar a describirla en estas breves reflexiones. Sin embargo, permítanme decir que en mi carrera ha habido numerosas ocasiones en las que ingenieros y científicos me han pedido consejo y que a través de diálogos sobre estas cuestiones he llegado a escribir varios trabajos resolviendo problemas sugeridos por aquellos. Más que incidir en varios ejemplos sobre esto, pienso que podría acabar con una nota anecdótica referida no sólo a cómo construir el citado puente sino también al problema igualmente importante de decidir dónde empezar a construir tu propio puente.

Después de graduarme en Stanford hace 25 años, vine a Europa en busca de una experiencia posdoctoral. Yo tenía dos metas: la primera era saber algo más sobre Matemática Aplicada, ya que mi formación era fundamentalmente la de un matemático puro. La segunda era tener mi primera experiencia viajera a Europa. Fue una época especialmente intensa para mí y para mi esposa Pat. Pues bien, casi al final de mi estancia tuve que hacer frente a la terrorífica tarea de buscar un trabajo. Mi educación universitaria comenzó durante la época del Sputnik, y entonces los Estados Unidos dedicaban una enorme cantidad de dinero a la ciencia. Sin embargo, me gradué como doctor poco después de que el astronauta Neil Armstrong fuera el primer hombre en pisar la Luna. En ese momento la carrera a la Luna finalizó y los trabajos científicos comenzaron a ser más difíciles de encontrar. Mucho más difícil iba a ser encontrarlo desde Europa. Bien, yo le pedí consejo y recomendación a mi anfitrión de entonces. Como respuesta a mi petición él me dijo: *Durante toda mi vida yo siempre he hecho lo que he querido.*

En ese momento yo encontré su respuesta totalmente carente de gentileza,

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 59-66

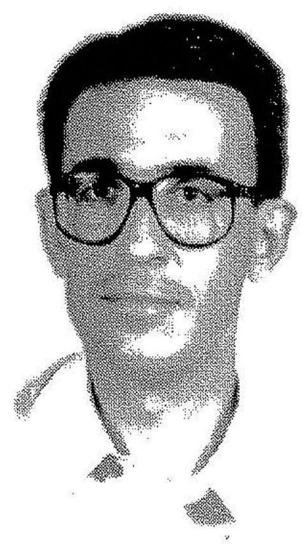
simpatía y, lo que era más importante, de utilidad como guía de conducta. Sin embargo, retrospectivamente, fue un buen consejo. Afortunadamente puedo ahora parafrasearlo en un tono más simpático citando a un famoso profesor de Humanidades americano, Joseph Campbell. Cuando se le pedía un consejo análogo, frecuentemente respondía con esta simple frase: *Follow your bliss!* que podríamos traducir aproximadamente como *Vive tu felicidad.*

Y yo podría añadir además a estas sabias palabras: *Vive tu felicidad. Quizás ello te conduzca a un Doctorado Honoris Causa.*"

MARIANO GASCA

JESÚS SANZ SERNA, PREMIOS IBERDROLA Y DAHLQUIST

Durante el último semestre, Jesús M. Sanz Serna ha recibido dos importantes premios en reconocimiento a su labor investigadora. Dos contribuciones que siguen reseñan la concesión de los respectivos premios, además de citar brevemente las áreas en las que el galardonado ha desarrollado su investigación.



Jesús M. Sanz Serna, Premio Iberdrola 1995

La compañía **Iberdrola**, en su deseo de estimular en nuestro país las actividades de I+D, decidió en 1992 otorgar anualmente el Premio Iberdrola Ciencia y Tecnología para rendir público testimonio de admiración a un investigador que haya contribuido sobresalientemente a enriquecer el patrimonio de la Ciencia y Tecnología.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 59-66

En la convocatoria de este año el premio comprendía el ámbito de la Física, Química, Matemáticas e Ingeniería y estaba dotado con doce millones de pesetas y el Jurado estaba constituido por los siguientes miembros:

G. Basbas (Editor *Physical Review Letters*),

J. Echevarria (Director Corporativo Iberdrola, Secretario),

P. Gölitz (Editor *Angewandte Chemie*),

D. R. Herschbach (Premio Nobel de Química 1986, Presidente),

J.M. Lehn (Premio Nobel de Química 1987),

P. Pascual (Premio Nacional Santiago Ramón y Cajal, 1985),

J. Steinberger (Premio Nobel de Física 1988),

que ha elegido al **Profesor J. M. Sanz-Serna** de la Universidad de Valladolid como **Premio Iberdrola 1995**.

Aunque la personalidad del Prof. J.M. Sanz-Serna como matemático es bien conocida, no sólo en nuestro país sino en amplios círculos internacionales, mencionemos que es autor de más de setenta artículos publicados en prestigiosas revistas internacionales de Matemática Aplicada, que ha dirigido alrededor de un docena de tesis doctorales y que ha formado un grupo de investigación en la Universidad de Valladolid que posee una sólida reputación internacional. Asimismo, durante la última decada, ha sido un asiduo Conferenciante invitado en todo congreso importante relacionado con el Análisis Numérico de Ecuaciones Diferenciales, ya que sus aportaciones en este campo han abierto vías de investigación originales, por ejemplo, las publicaciones de su grupo de investigación en los últimos años han sido decisivas en el desarrollo de métodos numéricos para sistemas hamiltonianos.

Para terminar, recordemos que J.M. Sanz Serna es socio fundador de SEMA y actualmente Vicepresidente de la misma, por tanto desde estas líneas queremos hacerle llegar nuestra mas afectuosa felicitación por el Premio recibido (que hacemos extensiva a Mercedes, Carlos y Daniel), y desearle que sirva de estímulo para que junto a su grupo de trabajo continúe la meritoria tarea de investigación matemática en nuestro país.

MANUEL CALVO

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 59-66

The Germund Dahlquist Prize

The person most responsible for the establishment of this prize is Gene Golub, very well known for his work in numerical linear algebra. He has also many friends in the numerical ODE community, including Professor Dahlquist. The possibility of a prize was discussed during the planning of the SciCADE 95 meeting, recently held in Stanford in honor of C. W. Gear. The organizers, Gene, Linda Petzold, Andrew Stuart and myself felt that something similar to the Householder Prize in Numerical Linear Algebra was warranted in numerical ODEs. Naturally such a prize would honor Professor Dahlquist, whose contributions to this area are not only deep but have shaped the field itself. Gene made the concrete suggestion of a Dahlquist Prize for 1995, after floating the idea during an earlier visit to ETH Zurich.

The question of an age limit for the prize was discussed, and it was agreed that the recipient should have an age of less than 45 in January 1995. This limit is high enough to permit a good judgment on the importance of a researcher's contribution and still low enough to offer significant benefit to that person's career in many cases. Further discussion resulted in the following committee for the first prize: Syvert Nørsett of Trondheim (chair), Gerhard Wanner of Geneva, Wayne Enright of Toronto, Bill Gear of NEC (Princeton), and myself. At the same time Gene contacted potential donors to the prize and generous gifts were received from Computer Solutions Europe AB (Stockholm), Mathworks, NADA of KTH Stockholm, and the many friends of Germund Dahlquist, which enabled the establishment of an endowment. (This differs from the Householder Prize, which is funded by passing the hat at each Householder meeting).

In selecting a prize winner the award committee considered several nominees, each of whom was highly deserving of the award. J.M. Sanz-Serna was felt to be the most outstanding. The hand-calligraphed award certificate states

> *J.M. Sanz-Serna is awarded the first Dahlquist Prize for his distinguished work on stability and long-time behavior of numerical solutions of ordinary and partial differential equations, especially for his leadership in establishing a numerical analysis of Hamiltonian dynamics and his contributions to a theory for symplectic methods of general applicability.*

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 59-66

Due to the large sum that had been collected it was felt that it should be put under the auspices of some tax exempt organization, and SIAM was willing to take over with a minimum of fuss and delay. The terms of the award were formalized and made a little looser than the criteria used for the first prize in order to permit flexibility in the distant future. "Normally the amount of the prize will be approximately the available proceeds from the endowment; and should be approximately $1000 plus reasonable travel costs to the meeting at which the prize is awarded. ... The prize will be given every two years at one of the (1) SciCADE conferences, (2) an ICIAM conference, or (3) the SIAM annual meeting."

SciCADE conferences do not exist in any official sense nor does the name remain constant. There is a tradition going back many years to have a numerical ODE meeting roughly every two years. By consensus the next meeting will be in Trieste in September 1997 and hosted by Alfredo Bellen.

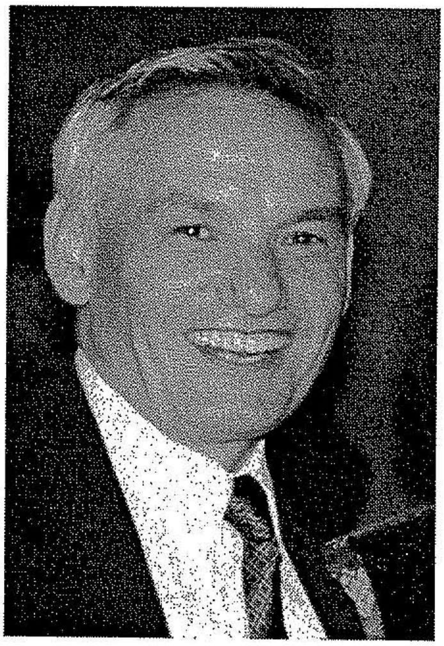
"Nominations may be made by anyone.... It is the responibility of the nominator to provide all relevant information to the prize committee, including a resume and any letter(s) of support". The deadline for nominations for the next award will be approximately the end of 1996.

ROBERT SKEEL

AMABLE LIÑÁN, PREMIO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA DE LA JUNTA DE CASTILLA-LEÓN 1995

La Junta de Castilla-León ha concedido el Premio de Investigación Científica y Técnica 1995 al Profesor Amable Liñán de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Se añade este premio a una lista de reconocimientos nacionales e internacionales a la labor científica del Profesor Liñán: Premio INTA 1992, Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 1993, Doctor "Honoris causa" por la Universidad Carlos III de Madrid 1994 y Medalla de oro Zeldovich del Combustion Institute 1994.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 59-66



El Profesor Liñán es Ingeniero Aeronáutico por la UPM (1960) y por el California Institute of Technology (1963). Obtuvo el título de Doctor Ingeniero Aeronáutico en 1966, bajo la dirección del Profesor Gregorio Millán. Hasta 1975 estuvo adscrito al INTA, donde desarrolló una intensa actividad investigadora en proyectos y contratos nacionales e internacionales. Su tarea docente/investigadora se viene realizando en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos (ETSIA) de la UPM, así como en varias Universidades extranjeras donde imparte a menudo cursos avanzados.

El Profesor Liñán pertenece al Consejo Editorial del Journal of Engineering Mathematics. Ha sido Editor Asociado del European Journal of Applied Mathematics, miembro del Consejo Asesor de Combustion Science and Technology y de la Revista Matemática de la Universidad Complutense de Madrid. Asimismo, es miembro del Grupo de Expertos en Combustión de la Agencia Espacial Europea (ESA) y ha sido representante de la ESA en el Microgravity Combustion Group de la NASA. Forma parte del Comité de Expertos del Programa COMETT, del Consejo del von Karman Institute for Fluid Dynamics y del Consejo Rector del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Es académico de número de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y de la Academia de Ingeniería de España, así como miembro correspondiente de la Academia Nacional de Ingeniería de México.

El Profesor Liñán es autor de más de 80 artículos científicos, muchos de los cuales se han convertido en referencia clásica e inevitable en publicaciones sobre métodos de desarrollos asintóticos y combustión. Más de una veintena de informes científicos y más de 150 trabajos presentados en congresos avalan también una impresionante obra realizada en los últimos 35 años.

Entre los problemas estudiados por el Profesor Liñán se pueden citar los analisis asintóticos de la estructura de las llamas de difusión estacionarias y no estacionarias con altas energías de activación, de los procesos de ignición de sólidos y de mezclas gaseosas, de las llamas sometidas a velocidades de deformación en flujos opuestos y la relación con su extinción, de la influencia del número de Lewis en la estructura y en la extinción de llamas de difusión sometidas a una velocidad de deformación, de la evaporación y de la combustión de gotas, de la gasificación de materia condensada en un gas caliente, de las explosiones térmicas, de la ignición por superficies catalíticas calientes, de la expansión de plasmas, de la cinética química de llamas, de la combustión de carbón, del efecto de dispositivos hipermezcladores en la dinámica de la vorticidad y en las llamas, del movimiento de partículas y burbujas, etc.

El Profesor Liñán hace honor a su nombre. Como colega, docente y amigo, en los planos científico y humano, Amable es una especie rara en este mundo y en este final de siglo de individualismo feroz, siempre presto a dialogar, comentar, aconsejar, iluminar con brillantes ideas y contagiar con su pasión por la ciencia, por la vida y por la cultura en general. Una numerosísima lista de discípulos de Amable, docentes e investigadores en Universidades y Centros de España y del extranjero (el Profesor Liñán ha contribuido sobresalientemente, tanto a la creación de las escuelas españolas de fluidodinámica como al desarrollo y modulación de esas disciplinas en USA a través de sus "hijos y nietos" científicos que siguen multiplicándose), así como múltiples colaboradores científicos de todo el mundo y amigos en general pueden dar fe de su talante.

Su faceta de ingeniero, apasionado por el conocimiento profundo de la Física, combinada con un riguroso dominio de las técnicas de desarrollos asintóticos dan la dimensión justa del Profesor Liñán. Su perfil de ingeniero docente/investigador preocupado por el desarrollo tecnológico y por la aplicación de sus trabajos científicos es recordatorio y referencia de los que debiera ser la creativa actividad ingenieril. La figura de Amable Liñán, con su concepción de lo que la ingeniería debe ser y con su empeño en descubrir la complicada fenomenología escondida en unas leyes bien definidas aunque esquivas al análisis y a la extracción de información, es objeto de reflexión y fuente de inspiración para la comunidad científica; y podría, con suerte, hacer meditar al resto de las instancias nacionales relacionadas con la I+D.

CÉSAR DOPAZO

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 67-68

INFORME DEL PRESIDENTE

Como en ocasiones anteriores parece conveniente comenzar resaltando el buen tono vital de la Sociedad que se podría plasmar, por ejemplo, en la incorporación de 22 nuevos socios de los cuales hay un matemático francés, tres socios estudiantes y una persona jurídica (CRISA). Desde aquí les damos la bienvenida a todos ellos.

Ya se van plasmando en realidades los contactos mantenidos con sociedades similares de otros países. Así, los Comités Ejecutivos de SEMA y SMAI (Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles) han acordado unas cuotas especiales de reciprocidad de 3.500 pesetas (en lugar de 4.500 pesetas) y de 220 francos (en vez de 270 francos) para los miembros de alguna de las sociedades que se adhieran a la otra. Un acuerdo similar va a ser propuesto en la próxima reunión del Comité Ejecutivo de SIMAI (Societá Italiana di Matematica Aplicata e Industriale). Los contactos con la AMS (American Mathematical Society) están ya iniciados y podrían suponer un descuento de 29 dolares anuales a los miembros de SEMA que se adhieran a esa sociedad (señalemos que la sociedad norteamericana de matemática aplicada, SIAM, no admite cuotas de reciprocidad con ninguna otra sociedad). La colaboración con SMAI y SIMAI se ha concretado también en la participación y organización de seminarios conjuntos. Así, ambas sociedades participarán también en la Jornada Industrial que SEMA organiza en el seno del próximo CEDYA en Vic. En el capítulo de publicaciones, se ha acordado intercambiar los boletines y anuarios de las sociedades. El comité de SMAI ha aprobado nuestra petición para que SEMA participe como coeditor en la serie de revistas científicas de carácter electrónico ESAIM que SMAI ha promovido recientemente. En un próximo boletín de SEMA se dará más información sobre este tema.

La sociedad es ya miembro de pleno derecho de ECCOMAS (European Community On Computational Methods in Applied Sciences) y como tal es coorganizadora del congreso internacional ECCOMAS 96 (París, del 9 al 13

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 67-68

de Septiembre de 1996). Un primer anuncio con detalles sobre la inscripción y sometimiento de comunicaciones será repartido próximamente. Por otra parte, el ingreso formal de SEMA en CICIAM (Committee for International Conferences on Industrial and Applied Mathematics) constituye el primer punto del orden del día de la reunión que este organismo celebrará en Hamburgo el día 2 de Julio y a la que hemos sido invitados. Con respecto al macro congreso ICIAM 95 (The Third International Congress on Industrial and Applied Mathematics: Hamburgo, del 3 al 7 de Julio de 1995) señalemos que la representación española consistirá en 41 personas, la mayor parte de ellas miembros de SEMA. Nuestra sociedad ha participado en la difusión del voluminoso programa (178 páginas) que da idea de la trascendencia del evento.

Es de interés resaltar que SEMA participará en la organización de varias reuniones. Además del próximo CEDYA (y la mencionada Jornada Industrial), recensionadas en otro lugar de este boletín, SEMA colaborará en la organización del curso de verano de la Universidad Menendez Pelayo sobre Problemas de Frontera libre en Matemáticas y en la Industria (Santander, del 21 al 25 de Agosto de 1995) y del curso sobre Algoritmos Genéticos EUROGEN 95 (Las Palmas de Gran Canaria, del 4 al 8 de Diciembre de 1995).

Terminaré refiriéndome de nuevo a la vida interna de la sociedad. En el último Consejo Ejecutivo se acordó poner en marcha los mecanismos para renovar los tres puestos del Comité que estatuariamente quedan vacantes por las bajas de Alfredo Bermúdez de Castro, Jesús Sanz y la mía propia, miembros restantes del primitivo Comité Gestor de SEMA. Como en años anteriores, se abre un período para la presentación de candidaturas hasta el día 29 de Junio. La distribución de las candidaturas recibidas y las papeletas de votación se enviarán durante el mes de Julio, estando fijada la Asamblea General para celebrar en Vic el 21 de Septiembre.

Los que nos despedimos de los cargos representativos agradecemos vuestro respaldo y os animamos a mantener vivo este proyecto que estamos seguros alcanzará metas de mayor esplendor.

J.I.DÍAZ

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 73-75

LIBROS

Series y Transformada de Fourier y Aplicaciones. Vol. I

Antonio Cañada Villar
Editado por Universidad de Granada, 1994
191 páginas. ISBN 84-338-1847-3

Este libro constituye el primer volumen de una serie de ellos dedicados a exponer de manera elemental los hechos básicos de los métodos de Fourier (principalmente Series y Transformadas) y aplicaciones. El presente volumen consta de una introducción histórica y dos capítulos: en el primero de ellos se estudia el espacio $L^2(a,b)$ y en el segundo las Series de Fourier de una variable. En los volúmenes subsiguientes se tratarán otros temas tales como el uso de las Series de Fourier en el estudio de las Ecuaciones Clásicas de la Física Matemática, Series de Fourier en varias variables, Transformada de Fourier en una y varias variables, etc. El texto no está estructurado como los libros usuales de Matemáticas en el sentido de exponer teoremas, proposiciones, lemas, corolarios, etc. El autor entiende que el aprendizaje de una materia por parte del alumno debe ser todo lo activo que sea posible y de acuerdo con esta idea tal aprendizaje se expone aquí a través de la realización de ejercicios.

CONTENIDOS: Introducción histórica. 1 - El espacio $L^2(a,b)$. 2 - Series de Fourier.

Asymptotic Methods for Elastic Structures

P.G. Ciarlet, L. Trabucho y J.M. Viaño
Editado por Walter de Gruyter Inc., 1995
297 páginas. ISBN 3-11-014731-9

Este volumen contiene los Proceedings de la Conferencia Internacional que tuvo lugar en Lisboa durante los días 4–8 de octubre de 1993. Un total de 21 conferencias impartidas por investigadores en matemática aplicada y análisis numérico dan cuerpo a este texto. El tema central de los trabajos es el análisis asintótico de los modelos de más baja dimensión usados en estructuras elásticas que están caracterizadas desde un punto de vista geométrico por un parámetro pequeño, tal como el grosor en placas y cáscaras o el área de la sección transversal de una viga o una cuerda. Particular énfasis se ha puesto en las uniones entre tales modelos estructurales. El conjunto de trabajos que se recogen en este libro constituyen una presentación global de los desarrollos actuales en este campo y su relación con otras áreas de matemática aplicada, tales como el análisis numérico, controlabilidad, homogeneización y la teoría de optimización. El texto está dirigido a especialistas en matemática aplicada, análisis estructural, elementos finitos, análisis numérico, así como a ingenieros de caminos e ingenieros industriales de la especialidad de mecánica.

Actas de las III Jornadas Zaragoza-Pau de Matemática Aplicada
M. Madaune-Tort, M. C. López de Silanes y M. San Miguel
Publicaciones del Seminario Matemático García de Galdeano
Editado por Universidad de Zaragoza, 1994
452 páginas. ISBN 84-605-2006-4

Este volumen recoge 47 comunicaciones presentadas durante las III Jornadas Zaragoza-Pau de Matemática Aplicada celebradas en Jaca (Huesca) durante los días 16 y 17 de septiembre de 1993. Estas comunicaciones cubren un amplio espectro de temas de actualidad relacionados con el Análisis Numérico, Aproximación de Superficies, Análisis No Lineal, Estadística y Probabilidad.

Análisis de una Variable Real
C. Martínez Carracedo y Miguel A. Sanz Alix
Editado por Reverte S.A., 1992
556 páginas. ISBN 84-291-5037-4

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 73-75

El contenido de este libro, concebido como texto de referencia o consulta, abarca todos los temas básicos del Análisis Matemático de una variable real. Cada sección contiene una exposición teórica y un apartado de ejercicios. La teoría se estructura en dos niveles: el primero trata de los fundamentos y resultados esenciales y el segundo tiene un mayor grado de especialización y está destinado a los lectores más interesados. Sigue un amplio conjunto de ejercicios, clasificados según su dificultad y acompañados de la solución o de indicaciones para resolverlos. Todas las cuestiones se tratan con rigor y profundidad, y se hace muy especial hincapié en la construcción de las funciones elementales, en el estudio de las sucesiones y series de funciones y en las aplicaciones de la integración.

CONTENIDOS: I. Sistemas numéricos. Potencias de exponente real. Logaritmos. II. Sucesiones de números reales. III. Series de números reales. IV. Límites de funciones. Continuidad. V. Derivabilidad. VI. Integración. Apéndice: Construcción decimal de los números reales.

EDUARDO CASAS

En esta sección del boletín recogeremos los libros publicados en el campo de la Matemática Aplicada. Por lo tanto, si sois autores de algún libro, aquí podéis encontrar un lugar para darlo a conocer. También será bienvenida información sobre novedades bibliográficas correspondientes a otros autores y que consideréis de gran interés. Los datos sobre los libros para su inclusión en esta sección podéis enviarlos por correo electrónico a nuestra dirección:

`sema@masun1.unican.es`

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 76-76

Sobre la actividad del INTA

El objeto de esta carta es la réplica personal, como socio de SEMA, al último párrafo del artículo del Boletín 5 que firma Gerard Gómez. El objetivo es deshacer varios malentendidos.

1º Recordando que en el pasado, hace tres décadas, el INTA fue el único Organismo operativo en esta actividad Espacial en España, al máximo nivel, colaborando con la NASA (Estaciones) y la ESA (Proyectos). El Arenosillo ha funcionado ininterrumpidamente desde 1966 (más de 500 lanzamientos), con éxito; el INTA-300 también, desde 1974 (incluida la reciente sonda), con bastante éxito y el INTASAT análogamente, desde 1974 (sigue en órbita), con mucho éxito.

2º Informando que en el presente se están desarrollando un nuevo Lanzador (CAPRICORNIO) y un nuevo Satélite (MINISAT): en los I y II Congresos INTA (1991 y 92) y en el II Congreso IA (1993) se han publicado algunos Volúmenes dedicados a este tema (entre diez dedicados a lo Aeroespacial).

3º Afirmando que los Científicos del INTA no tienen como función asistir a las Reuniones ni escribir en las Revistas habituales del autor del artículo y que la Dirección del INTA ha hecho subcontratar parte (30%) del Hispasat a Empresas Españolas.

La conclusión es que conviene no confundir la misión de la Universidad con la función de este OPI ni la crítica constructiva, aceptable, con la descalificación gratuita, inaceptable.

PROF.DR.J.M.G.CONCA (INTA)

Las contribuciones a la sección *Cartas al editor* deben ser enviadas a `sema@cc.unizar.es` en formato Plain TeX o como texto ASCII, sin superar las 25 líneas.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 77-83

RESÚMENES DE TESIS

SIMULACIÓN ESPECTRAL Y ALGORITMOS MULTIMALLA EN FLUJOS REACTIVOS TURBULENTOS

Doctorando: Pablo Calvo Ramón.
Director: Felipe Pétriz y César Dopazo.
Defensa: 20 de diciembre de 1994, Universidad de Zaragoza.
Calificación: Apto cum laude.

Resumen: Una vía de desarrollo abierta recientemente para los métodos espectrales es la simulación de flujos complejos que requieren de métodos numéricos de gran resolución. Es el caso de los flujos turbulentos, o de evolución de campos escalares relativos a concentraciones de componentes reactivos con importantes gradientes. La resolución tanto de las ecuaciones de Navier-Stokes como de las ecuaciones de evolución de escalares reactivos mediante métodos espectrales necesita de técnicas de cálculo que permitan obtener la solución con requerimientos de CPU inferiores a los ofrecidos por métodos clásicos de resolución de sistemas no lineales. El trabajo de tesis se enmarca en la utilización de técnicas multimalla para la resolución de problemas discretizados mediente métodos espectrales.

En un primer capítulo, se presentan los métodos y técnicas más importantes de los métodos espectrales y de las técnicas multimalla. Al final del capítulo se propone un nuevo esquema de integración de problemas de valor inicial especialmente adaptado a los sistemas objeto de estudio mediante técnicas multimalla.

El segundo capítulo se dedica a aplicaciones numéricas donde se experimenta el comportamiento de diversas técnicas entre las que se encuentra un problema no lineal resuelto mediante el esquema multimalla propuesto. Así mismo, se estudia el error de aliasing mediante la evaluación de los téminos no lineales asociados a fenómenos convectivos a través de 3 métodos distintos.

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 77-83

En el tercer capítulo se formaliza matemáticamente el fenómeno de la turbulencia sentando las bases que permiten su estudio desde el punto de vista de un análisis frecuencial.

Por último, el cuarto capítulo describe el desarrollo de un código de simulación numérica directa que resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes 3D incompresibles con transporte de escalares reactivos sin ningun tipo de promediado para el tensor de Reynolds. Se presentan los resultados obtenidos aplicados a la combustion de Hidrógeno a través de la aplicación de técnicas de reducción de la cinética química.

DESARROLLO ASINTÓTICO DEL ERROR PARA ALGUNOS MÉTODOS DE ELEMENTOS DE CONTORNO.

Doctorando: Francisco Javier Sayas González.
Director: Michel Crouzeix.
Defensa: 22 de diciembre de 1994, Universidad de Zaragoza.
Calificación: Apto cum laude.

Resumen: Las representaciones integrales de la solución de problemas de contorno bidimensionales en la frontera del dominio conducen al estudio teórico y numérico de varios tipos de ecuaciones integrales de contorno, surgiendo los llamados métodos de contorno.

En esta memoria se analizan ecuaciones de Fredholm de primer tipo con núcleo logarítmico y generalizaciones a sistemas similares. Los métodos numéricos estudiados son esquemas clásicos de Galerkin con splines regulares de cualquier orden como funciones test-trial. En concreto se demuestra la existencia de desarrollo asintótico del error para los citados métodos y para versiones totalmente discretas surgidas por aplicación de integración numérica en el sistema lineal asociado (método de Galerkin colocación).

Por último, tras analizar algunas aplicaciones se demuestra que la existencia de desarrollos asintóticos del error se extiende también a una iteración

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 77-83

funcional tipo Sloan de la solución y a versiones totalmente discretas de la misma.

En una sección final, varios ejemplos numéricos muestran la utilidad de los citados desarrollos asintóticos para aplicar extrapolación de Richardson y demostrar la superconvergencia de los métodos en algunas normas.

ALGORITMOS PARALELOS PARA EL PROBLEMA DE ASIGNACIÓN DE POLOS.

Doctorando: Juana Cerdán Soriano.
Director: Rafael Bru y Ana Urbano.
Defensa: 31 de Enero de 1995, Universidad Politécnica de Valencia
Calificación: Apto cum laude.

Resumen: La memoria está centrada en el estudio de algoritmos que resuelven numéricamente el problema de asignación de polos. En concreto, se construyen y estudian diversos algoritmos paralelos y secuenciales tanto para sistemas de simple entrada como para sistemas de múltiple entrada. Además, se ilustran los algoritmos paralelos con su implementación en el multiprocesador con memoria compartida ALLIANT FX/80.

La memoria consta de tres capítulos. El primero es un capítulo preliminar en el que se recuerdan los conceptos básicos que se utilizarán en la memoria y se recogen los antecedentes y la situación actual del problema de asignación de polos. El capítulo dos está dedicado a los métodos para sistemas de simple entrada. En este capítulo se presentan dos algoritmos (uno paralelo y otro secuencial) que resuelven el problema de asignación parcial de polos. Ambos algoritmos están basados en el algoritmo de asignación total propuesto por Bru, Mas y Urbano. El capítulo tres está dedicado a los métodos para sistemas de múltiple entrada. En este capítulo se presentan cuatro algoritmos, dos de ellos resuelven el problema de asignación total y los otros dos el de asignación parcial. El primer algoritmo que se presenta es un algoritmo paralelo de asignación total basado en una partición del es-

pectro. Este algoritmo está motivado por el metodo secuencial de Arnold y Datta. El segundo método de asignación total es la generalización del algoritmo de Bru, Mas y Urbano a sistemas de múltiple entrada. La aplicación de este método al problema de asignación parcial da lugar a dos nuevos algoritmos (uno paralelo y otro secuencial) que resuelven dicho problema. Los experimentos numéricos presentados así como el grado de paralelismo de los diversos algoritmos paralelos son satisfactorios.

ESTUDIO MATEMÁTICO DE UN PROBLEMA DE STEFAN RELACIONADO CON LA MODELIZACIÓN TERMOELÉCTRICA DE CUBAS DE ELECTROLISIS DE ALUMINIO.

Doctorando: María del Carmen Muñiz Castiñeira.
Director: Alfredo Bermúdez de Castro y Peregrina Quintela.
Defensa: 17 de Febrero de 1995, Universidad de Santiago de Compostela.
Calificación: Apto cum laude.

Resumen: El objetivo de esta memoria es proponer un modelo matemático que describa el comportamiento termoeléctrico de una cuba de electrolisis de aluminio.

Matemáticamente, se trata de un sistema acoplado de ecuaciones en derivadas parciales cuyas incógnitas son la temperatura y el potencial; además, la aparición de un material, llamado *talud*, fruto de la solidificación de parte de la zona líquida de la cuba, lo convierte en un problema de Stefan de una fase con fuente en la frontera libre.

El capítulo primero está dedicado a la descripción de la cuba electrolítica y de los procesos físico-químicos que tienen lugar en su interior. Se utiliza un método de dominio fijo para establecer la formulación variacional del problema termoeléctrico cuyas incógnitas son el potencial, la temperatura y la frontera libre.

El segundo capítulo trata del estudio teórico de una versión bidimensional simplificada del problema planteado en el capítulo primero. Las sim-

plificaciones consisten en que el dominio es ahora sólo la zona de la cuba ocupada por el talud; y además, dado que ésta es una zona no conductora eléctricamente, sólo se consideran los aspectos térmicos del problema. Se demuestra la existencia de solución débil considerando que el talud es homogéneo por materiales.

En el tercer capítulo se considera que el dominio ocupado por el talud es heterogéneo, es decir, su conductividad depende de la variable espacial x; lo que permite obtener además del resultado de la existencia de solución débil, la demostra ción de la unicidad bajo la hipótesis adicional de que la frontera libre sea de medida bidimensional nula.

En el capítulo cuarto se vuelve al problema termoeléctrico completo definido sobre la cuba en el capítulo primero para discretizarlo mediante el método de elementos finitos. Utilizando técnicas de operadores maximales monótonos, se propo ne un algoritmo de tipo iterativo para obtener una solución aproximada del problema termoeléctrico inicial. Finalmente, se resuelve el problema para diferentes casos de cubas actualmente en funcionamiento en la fábrica de La Coruña de INESPAL METAL S.A., utilizando datos sobre las características físicas de los materiales facilitados por esta empresa.

RESOLUCIÓN NUMÉRICA DE LAS ECUACIONES DE EULER 2D MEDIANTE MÉTODOS DE VÓRTICES CON ELEMENTOS FINITOS.

Doctorando: Ibrahim Bless Ranero.
Director: Tomas Chacón Rebollo.
Defensa: 10 de marzo de 1995, Universidad Complutense de Madrid.
Calificación: Apto cum laude.

Resumen: Se aborda la resolución numérica de las ecuaciones de Euler incompresibles y bidimensionales, mediante el método de vórtices con Elementos Finitos. Se introducen brevemente las ideas básicas de los métodos de vórtices clásicos y se presenta una técnica eficiente de resolucióm numérica

Bol. Soc. Esp. Mat. Apl. nº6 (1995) 77-83

de dichas ecuaciones, utilizando un método Lagrangiano convergente, con precisión de segundo orden.

También se presenta un algoritmo de tipo "transporte e interpolación" con Elementos Finitos, incondicionalmente convergente en norma uniforme. Por último se sugiere una aplicación mixta de ambos algoritmos para el caso de los "paquetes de vorticidad constante". En el trabajo, aparecen diversos ensayos numéricos, que corroboran las predicciones teóricas y evidencian las agradables propiedades de estos métodos.

Control de algunas ecuaciones de la física matemática: Ecuación de ondas, del calor y sistema de la termoelasticidad.

Doctorando: María de la Luz J. de Teresa de Oteyza.
Director: Enrique Zuazua Iriondo.
Defensa: 13 de marzo de 1995, Universidad Complutense de Madrid.
Calificación: Apto cum laude.

Resumen: En esta tesis se estudiaron algunos problemas de control para tres tipos distintos de ecuaciones de evolución. Estas son:
* Ecuación del calor semilineal. * Ecuación de ondas semilineal. *Ecuación de placas termoelásticas.

Debido a las distintas estructuras de las ecuaciones estudiadas, las cuestiones de control planteadas son de muy distinta índole. Para la ecuación del calor semilineal sobre dominios *no acotados* se dan dos resultados distintos:
* Control aproximado. ** Control insensibilizante.

El primer problema se aborda con dos técnicas distintas. En el caso general, apoyándose en los resultados de Fabre, Puel y Zuazua para el control aproximado sobre dominios acotados, se utiliza un método de aproximación. Este método consiste en aproximar el dominio Ω mediante dominios $\Omega_r = \Omega \cap B_r$, donde B_r denota la bola de radio r con centro en cero, y ver que para r suficientemente grande, el control propuesto por Fabre, Puel y Zuazua,

proporciona un control aproximado del problema. En la segunda parte se estudia el problema de control para $p = 2$ y $\Omega = \mathbb{R}^n$ o un cono, introduciendo los espacios de Sobolev con peso de Escobedo y Kavian que permiten utilizar la técnica desarrollada por Fabre, Puel y Zuazua. El segundo resultado se demuestra utilizando la técnica de aproximación introducida en el problema anterior, partiendo del resultado sobrte dominios acotados de Bodart y Fabre.

El siguiente resultado es el control de las soluciones radiales de la ecuación de ondas semilineal en $\mathbb{R}^3$ cuando la no linealidad f satisface $|f(s)| \leq C|s|log^p|s| + D$ para alguna $1 \leq p < 2$. En este capítulo se adaptan las técnicas introducidas por Zuazua para el control de estas ecuaciones en $\mathbb{R}$.

En el caso de la ecuación de placas termoelásticas se presenta un resultado de control exacto-aproximado mejorando resultados de Lagnese y Lagnese-Lions de controlabilidad parcial (control en el desplazamiento sin información de la temperatura) ya que se controla también la temperatura y no se ponen reestricciones sobre la talla de los parámetros de acoplamiento. Este resultado se consiguió siguiendo las técnicas introducidas por Zuazua en el caso de un cuerpo termoelástico tridimensional.