

Boletín Electrónico de **SēMA**

Número 11, Marzo 2016

SēMA
BOLETÍN ELECTRÓNICO NÚM. 11
Marzo 2016

Índice

1	Editorial	2
2	Noticias de la Sociedad Española de Matemática Aplicada	3
2.1	Convocatoria del XIX Premio SēMA “ANTONIO VALLE” al Joven Investigador (2016)	3
2.2	Convocatoria del premio SEMA al mejor artículo de SēMA Journal publicado en 2015	6
2.3	Reunión del Consejo Ejecutivo de SēMA	8
3	Artículos	9
3.1	Tutorías matemáticas a distancia	9
4	Reseñas de Libros y Tesis Doctorales	17
4.1	Libros	17
4.2	Tesis Doctorales	31
4.3	Carta del Comité Editorial de SEMA SIMAI SPRINGER SERIES	33
5	Otras noticias y anuncios	35
5.1	SēMA Journal	35
5.2	Noticias de RedIUM	36
6	Socios Institucionales de SēMA	38

1 Editorial

Estimados socios:

Un trimestre más os hacemos llegar un nuevo número del boletín electrónico de nuestra Sociedad, el cual ha sido fruto de la colaboración y de la ayuda que muchos de vosotros nos habéis prestado. Por este motivo queremos haceros partícipes y corresponsables de este boletín. Y queremos animaros a participar con nuevas propuestas e ideas, sobre todo aquellos de vosotros que todavía no lo habéis hecho. Todas vuestras sugerencias serán bien recibidas y sin duda contribuirán a mejorar la calidad del mismo.

En este número, se anuncia la convocatoria del premio de SĒMA al mejor artículo de SĒMA Journal de 2015. Tomadlo en consideración y participad. También, animamos a los jóvenes socios a concurrir al XIX Premio SĒMA “ANTONIO VALLE” al Joven Investigador 2016, cuya convocatoria también se anuncia en este número.

Queremos dar la enhorabuena al nuevo doctor Víctor Gatón por su brillante defensa de Tesis Doctoral: *Cuatro ensayos sobre valoración de derivados y estrategias de inversión*. Tesis defendida recientemente en Valladolid y dirigida por nuestro compañero Javier de Frutos, al cual queremos también darle la enhorabuena.

Agradecemos las colaboraciones de nuestro compañero Pablo Gregori y de nuestra compañera María Eugenia Pérez. A Pablo por su interés en el uso de nuevas tecnologías educativas, lo cual ha conducido a la elaboración de una guía muy útil para llevar a cabo una tutoría virtual; y a María Eugenia, por su magnífica reseña del libro *Paseo dialéctico por las ciencias* de Évariste Sanchez-Palencia. Finalmente queremos agradecer la dedicación y colaboración del Comité Editorial de SEMA SIMAI SPRINGER SERIES y del Comité Editorial de este boletín.

Un cordial saludo

Los Editores

boletin@sema.org

2 Noticias de la Sociedad Española de Matemática Aplicada

2.1 Convocatoria del XIX Premio SĒMA “ANTONIO VALLE” al Joven Investigador (2016)

PREÁMBULO

La Sociedad Española de Matemática Aplicada (SĒMA), consciente del notable desarrollo que las Matemáticas están experimentando en nuestro país y de la necesidad de promover el interés de las jóvenes generaciones por la tarea de la creación científica, y convencida del papel positivo que el aprecio de la comunidad juega en la vida científica de los investigadores, convoca el “Decimonoveno Premio SĒMA “Antonio Valle” al Joven Investigador”, según las siguientes bases.

La convocatoria continúa una tradición, habitual tanto en las Artes como en las Ciencias, que contribuye a incrementar el papel positivo que el aprecio de la comunidad juega en la vida científica de los investigadores, al tiempo que promueve y estimula el desarrollo en nuestro país de las Matemáticas y sus aplicaciones.

BASES GENERALES

- (i) La Sociedad Española de Matemática aplicada (SĒMA) convoca el “Premio SĒMA “Antonio Valle” al Joven Investigador”, que se concederá anualmente.
- (ii) Son posibles candidatos todos los investigadores españoles que, a la fecha del límite de presentación de candidaturas, no rebasen la edad de 33 años. También pueden serlo aquellos investigadores de otras nacionalidades que tengan un puesto de trabajo permanente en una Universidad o Centro de investigación español y cumplan la condición de edad. No pueden concurrir al Premio candidatos galardonados en convocatorias precedentes.
- (iii) El Premio está destinado a promover la excelencia en el trabajo matemático original en todas las ramas de las Matemáticas que tienen una componente aplicada. Su objetivo es premiar la contribución personal del candidato. El límite de edad fijado pretende señalar candidatos que hayan tenido tiempo de desarrollar su creatividad matemática independiente tras la etapa formativa correspondiente a la tesis doctoral. El Premio tiene así por objetivo abrirles

el camino de su periodo de madurez y reconocer al mismo tiempo sus capacidades demostradas.

- (iv) Los méritos serán juzgados por un Comité Científico de cinco miembros, nombrado por el Consejo Ejecutivo de la Sociedad entre investigadores de probado prestigio. Este Comité tendrá su propio reglamento de funcionamiento. En todo caso, será presidido por el Presidente de la Sociedad o persona en quien delegue, no pudiendo ser miembros del Comité Científico más de dos miembros del Consejo Ejecutivo.
- (v) Los candidatos habrán de presentar, dentro del plazo que se cite, una memoria exponiendo la trayectoria vital y los méritos que concurren, un curriculum normalizado, así como otros documentos que puedan ser pertinentes para acreditar sus contribuciones originales a las Matemáticas y sus aplicaciones. Las candidaturas pueden ser presentadas también por otros investigadores. El Comité se reserva el derecho de recabar la información complementaria necesaria del candidato o de quien le haya presentado
- (vi) El galardonado con el Premio recibirá de la Sociedad un diploma acreditativo y una cuantía que será establecida en cada convocatoria por la Sociedad.
- (vii) La Sociedad requerirá al candidato galardonado un resumen de su trabajo de investigación escrito con formato de artículo científico, con una extensión mínima de 10 páginas, que podrá ser publicado en el SĒMA Journal tras el proceso de revisión reglamentado. Este artículo puede formar parte de la memoria mencionada en el punto 5.
- (viii) El fallo del concurso es irrevocable. El Comité acompañará la concesión del Premio de una exposición de los méritos hallados en el candidato galardonado. Por lo demás, las deliberaciones y resoluciones del Comité serán regidas por su reglamento.

BASES PARTICULARES DE LA CONVOCATORIA DE 2016

- (ix) La fecha límite de presentación de candidaturas es el 31 de marzo de 2016. Podrán concursar, por tanto, las personas que hayan nacido después del 31 de marzo de 1982.
- (x) La documentación presentada constará de la memoria y el curriculum citados, así como copia de las cinco contribuciones más importantes del investigador a las Matemáticas y sus aplicaciones.

Se recomienda a los candidatos que presenten su propia candidatura que la memoria se adecúe o en su caso contenga el resumen del trabajo de investigación referido en el apartado 7.

- (xi) La documentación debe presentarse en formato electrónico y debe ser dirigida a:

Prof. Rafael Bru García
Premio SĕMA Joven Investigador 2016
rbru@mat.upv.es
Instituto de Matemática Multidisciplinar
Universidad Politĕcnica de Valencia
46022-Valencia

- (xii) La cuantía del Premio es de 1500 euros. El Premio es indivisible. Además, el candidato galardonado quedará eximido del pago de las cuotas como socio de SĕMA correspondientes a los años 2017 y 2018. En caso de no ser miembro de SĕMA, pasaría a serlo con fecha 1 de enero de 2017.
- (xiii) El Premio será fallado antes del 10 de mayo de 2016 y será entregado con ocasión del acto conmemorativo del 25^o aniversario de la Sociedad que se celebrará en Oviedo el día 8 de Junio de 2016, en el marco de la XVII Escuela Hispano Francesa sobre Simulación Numérica en Física e Ingeniería.

Valencia, a 20 de enero de 2016

2.2 Convocatoria del premio SEMA al mejor artículo de SēMA Journal publicado en 2015

PREÁMBULO

La Sociedad Española de Matemática Aplicada (SēMA), consciente del interés que las Matemáticas suscitan en la sociedad, así como de la necesidad de promover la divulgación científica y concienciar a la sociedad de la relevancia de la Matemática Aplicada y de su influencia en múltiples aspectos que afectan a su desarrollo, en cumplimiento de sus objetivos, anuncia el “Premio al mejor artículo de SēMA Journal 2015”, según las bases que se adjuntan.

BASES GENERALES

- (i) La Sociedad Española de Matemática Aplicada (SēMA) concederá anualmente el “Premio al mejor artículo de SēMA Journal”.
- (ii) Serán posibles candidatos todos los artículos publicados en los volúmenes de la revista SēMA Journal del año indicado en la convocatoria.
- (iii) El artículo premiado será elegido por un Comité Científico de cinco miembros, nombrados por el Comité Ejecutivo de la Sociedad. El Comité estará formado por el Editor Jefe de SēMA Journal, el Presidente de la Sociedad u otro miembro del Comité Ejecutivo en quien delegue, y tres miembros del Comité Científico de SēMA Journal propuestos por el Editor Jefe, quien actuará como presidente del Comité. Una vez constituido, el Comité tendrá sus propias normas de funcionamiento.
- (iv) La concesión del Premio tiene asociada una dotación económica, que se especificará en cada convocatoria y la entrega de un diploma acreditativo, con las correspondientes certificaciones. Además, los autores quedarán eximidos del pago de las cuotas como socios de SēMA durante un año. En caso de no ser miembros de SēMA, pasarían automáticamente a serlo de manera gratuita durante ese período.
- (v) El fallo del Premio es irrevocable. El Comité acompañará la concesión del Premio de una exposición de los méritos hallados en el artículo galardonado.

- (vi) El trabajo premiado deberá ser presentado por alguno de sus autores en alguna de las actividades organizadas por la Sociedad en el año en que se otorga, durante la cual se entregará el diploma.

BASES DEL PREMIO AL MEJOR ARTÍCULO DE SĚMA JOURNAL 2015

- (i) Serán posibles candidatos al “Premio al mejor artículo de SĚMA Journal 2015” todos los artículos publicados en la revista SĚMA Journal en el año 2015.
- (ii) La dotación económica del Premio es de 1.500 €.
- (iii) El fallo del Comité se hará público antes del 30 de abril de 2016.
- (iv) El trabajo premiado deberá ser presentado por alguno de sus autores en la XVII Escuela Hispano-Francesa Jacques-Louis Lions sobre Simulación Numérica en Física e Ingeniería, que se celebrará en Gijón los días 6 al 10 de Junio de 2016. Asimismo, en dicho evento se hará entrega del correspondiente Diploma acreditativo.

Puede encontrarse máás información en la página web

<http://www.sema.org.es/web>.

Madrid, a 19 de enero de 2016

2.3 Reunión del Consejo Ejecutivo de SēMA

Reunión del Consejo Ejecutivo de SēMA celebrada el 19 de enero de 2016

Orden del día

- (i) Lectura y aprobación del acta de la sesión anterior.
- (ii) Informe del Presidente.
- (iii) Ratificación de acuerdos virtuales.
- (iv) Informe del 25^o Aniversario de SēMA.
- (v) Acuerdo sobre CEMAT y COSCE.
- (vi) Comité del premio a la mejor tesis ECCOMAS.
- (vii) Bases y Comité del Premio SēMA “Antonio Valle” al joven investigador 2016.
- (viii) Bases y Comité para el mejor artículo de SēMA Journal publicado en 2015.
- (ix) Comité científico del XXV CEDYA / XV CMA.
- (x) Representante de SēMA en ICIAM.
- (xi) Contrato de servicios administrativos, bases de datos y web con Grupo Pacífico.
- (xii) Asuntos varios.
- (xiii) Ruegos y preguntas.

3 Artículos

3.1 Tutorías matemáticas a distancia

Tutorías matemáticas a distancia

Pablo Gregori y Vicente Martínez
Instituto de Matemáticas y Aplicaciones de Castellón
Departamento de Matemáticas
Universitat Jaume I

1. Introducción

Una de las dificultades recurrentes con la que tropiezan los profesores de matemáticas, principalmente, y los profesores de ciencias en general, es la manera de comunicarse a distancia con los estudiantes para resolver las dudas planteadas en clase. Esta dificultad se incrementa cuando nos enfrentamos a la implantación de cursos totalmente online, muy comunes en nuestros días.

La abundancia de la simbología propia de las matemáticas dificulta esta comunicación: el lenguaje escrito no se limita a texto, sino que involucra esquemas, dibujos y símbolos difíciles de representar mediante el teclado habitual del ordenador. La práctica totalidad de alumnos, y un buen número de profesores, no conoce procesadores de texto que ayuden a editar fácilmente preguntas que contengan estos símbolos. Los procesadores de texto más comunes, como son Microsoft Word, OpenOffice o similares, presentan grandes limitaciones para redactar este tipo de textos, mientras que los más profesionales, como \LaTeX , son ideales para textos definitivos, pero muy laboriosos para mostrar razonamientos matemáticos en tiempo real.

Si la tutoría virtual es asíncrona, el problema tiene una solución más fácil, aunque no exenta de algunos problemas similares cuando ésta es sincrónica. En este caso, se puede usar lápiz y papel, como en el caso clásico presencial, realizar una fotografía con un teléfono móvil o tablet, y adjuntarla a un mensaje de correo electrónico, o bien en un foro o diálogo de Moodle (como ejemplo de plataforma donde se aloja la asignatura en cuestión).

En el caso complejo, de sincronía, se debe transmitir la explicación en vivo. Para ello, es necesario un dispositivo que capture la señal “analógica” de la escritura y la voz, y la digitalice para ser enviada al otro lado. En este caso, los requisitos tecnológicos para una comunicación fluida, y que se deben dar a ambos lados del canal de comunicación son un ancho de banda de acceso a internet suficiente, y un ordenador de potencia relativa. El requisito adicional para facilitar la escritura matemática sería indispensable, al menos para el profesor, pero también para el estudiante si quiere comunicar sus razonamientos por escrito. Este sería un dispositivo táctil con un puntero de precisión, para producir un texto legible.

La preocupación por el uso de herramientas que fomenten un intercambio de comunicación matemática escrita, que emule lo que ocurre en una tutoría presencial clásica de dudas matemáticas, esta motivada por la implantación de un grupo a distancia en la docencia del Máster Universitario en Matemática Computacional en la Universitat Jaume I de Castellón (UJI). Una peculiaridad del Máster —y al mismo tiempo uno de sus puntos fuertes—, es la aceptación del sistema de matrícula *no presencial* como alternativa al sistema presencial para el alumnado. De hecho, aproximadamente la mitad de nuestros estudiantes se matriculan a distancia, y precisamente por ello ha de cuidarse la relación entre el profesor y el alumno no presencial, sobre todo en todos aquellos asuntos relacionados con el aprendizaje y su evaluación. Sin embargo, la implementación óptima de un sistema de estas características en el sistema universitario español no es tarea fácil, por todo lo comentado anteriormente: pueden surgir problemas y dudas sobre la buena praxis de esta metodología con el estudiantado no presencial.

Uno de los retos planteados en nuestro departamento es iniciar el proceso de puesta en marcha de un sistema eficaz de actuación con los estudiantes no presenciales. Se pretende orientar al profesorado en la relación con sus alumnos a distancia, estableciendo un método de actuación claro, coordinado y evaluable para, si fuese preciso, realizar aquellas modificaciones que conduzcan a una mejora del aprendizaje a distancia. La implementación de un Modelo Teórico-Práctico de buenas prácticas de movilidad universitaria adaptado al profesorado y estudiantado, no está libre de dificultades. En este sentido, habilitar un procedimiento de comunicación oral y escrita que permita el intercambio de razonamientos entre el profesorado y el estudiantado es clave para el éxito de un correcto aprendizaje del estudiantado a distancia.

2. Comunicación basada en ordenador con webcam

El equipamiento básico de un PC portátil o de sobremesa incluye una webcam, micrófono y altavoces, con lo que se hace posible la videoconferencia. Una

forma de abordar la comunicación escrita de las matemáticas, que no precise de equipamiento adicional, sería aprovechar la cámara web para enfocar el documento que se desea transmitir por escrito. De este modo, la webcam capturaría la explicación del profesor, y la transmitiría al alumno.

Este tipo de comunicación no es el más eficiente: puede presentar problemas de iluminación, de resolución de la cámara, e incluso de posicionamiento de la webcam. Enfocar una pizarra es relativamente sencillo, pero enfocar un documento sobre la mesa requiere de una webcam externa y un soporte adecuado. Esta opción se incluye porque puede resultar de utilidad a estudiantes con menos recursos, o de países con dificultades en el acceso a una internet de calidad.

El software más popular, desde hace muchos años, para establecer videollamadas por internet es *Skype*. Paralelamente, *Google* ha ido creando un universo de aplicaciones y utilidades web gratuitas, para sus usuarios registrados, entre las que aparecieron las *Google Hangouts*, que es el equivalente de *Skype*. Éstas dos aplicaciones son multiplataforma, proporcionan la ventana de comunicación entre el profesor y uno o varios alumnos, y se pueden usar desde cualquier ordenador o dispositivo móvil.

Las características de este tipo de comunicación son:

- La voz se mantiene como elemento esencial en la comunicación entre las personas.
- La webcam, que suele enfocar al interlocutor, se puede:
 - Orientar hacia un bloc de notas o pizarra “real”, donde el profesor escribe sus explicaciones, y el alumno las ve, al tiempo que oye los comentarios del profesor y puede aportar sus propios comentarios. De este modo se reproduce la tutoría presencial clásica.
 - Conmutar la imagen de la webcam con (parte del) escritorio del ordenador del profesor. De este modo, el profesor puede explicar el funcionamiento de un software científico objeto de estudio, mostrando al alumno los pasos que debe seguir con el software.

3. Comunicación basada en PC y tablet

Una mejora frente a la situación descrita anteriormente consiste en digitalizar la escritura del profesor con un dispositivo táctil. Esto ayuda a una visualización más clara, e incluso a una gestión eficiente de las notas escritas para su reutilización.

Hace unos años se desarrollaron tabletas de captura de la escritura (la marca *Wacom* representa el máximo exponente), que se conectaban al ordenador

vía puerto USB, y que venían acompañadas de un software que permitía su explotación: blocs de notas, lienzos para pintura artística, etc. Había tabletas muy económicas, pero tenían el inconveniente de ser un soporte sobre el que el puntero no dejaba rastro, de modo que el usuario debía practicar mucho hasta adquirir la destreza de escribir en la tableta, y ver el efecto en la pantalla del ordenador. Si el objetivo era agregar trazos (subrayados, flechas, rodear,...) a una presentación existente, la tableta cumplía su cometido. Pero escribir texto a mano era una odisea: no era operativa. Otras versiones de este tipo de tabletas eran, y son, capaces de reflejar los trazos en su superficie, y se convertían en utilizables. Sin embargo, tienen que competir en precio con las actuales tablets de *Android*, *iOS* o *Windows*, que por un precio muy similar, ofrecen esa captura de escritura y la potencia de un ordenador para ciertas tareas, como la navegación por internet, y la visualización de todo tipo de documentos.

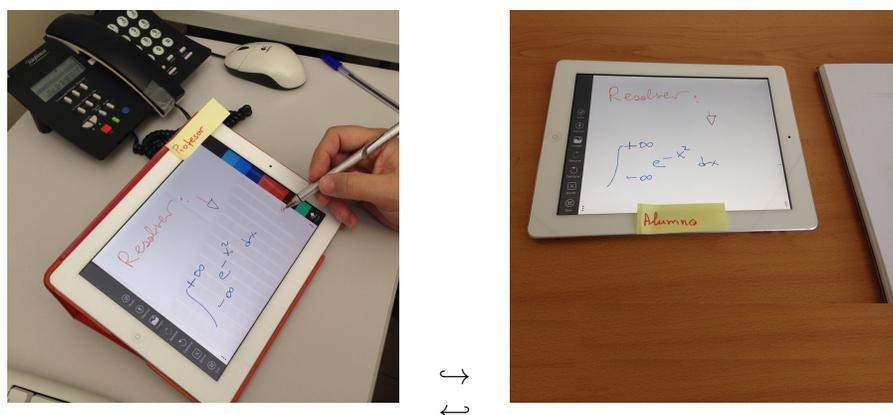


Figura 1: Comunicación mediante tablets entre profesor y alumno.

No obstante cabe destacar que no todas las tablets actuales (de los sistemas operativos comentados) permiten escritura manual de precisión: todas permiten garabatear con la punta del dedo o con un *stylus* con punta de goma, pero para escribir a mano, y más en la habitual simbología matemática, hace falta mayor precisión, y es necesario que la pantalla táctil esté preparada para esa precisión. Desgraciadamente, hasta la fecha, esta característica del producto no se detalla claramente entre las especificaciones técnicas de las tablets, y hace falta preguntar mucho para saber cuáles están capacitadas.

Por ejemplo, los *iPad* han podido resolver la escritura manual gracias a que otras empresas ha desarrollado un tipo especial de puntero, que agrega un disco

de plástico a su punta, y ayuda a definir la posición exacta donde se presiona, permitiendo una escritura aceptable. Un ejemplo es *Adonit Jot*. El nuevo *iPad* es el primer dispositivo de la gama que tiene un stylus propio, capacitado para la escritura de precisión.

Hay otras tablets que tienen en su pantalla una doble capa de capacidad táctil: una que reconoce el contacto del dedo, y otra que reconoce el contacto de un puntero magnético. Con ello, la escritura es más cómoda, pudiendo apoyarse la mano al escribir con el puntero, sin que entren en conflicto ambas capacidades táctiles.

Con una tablet que capte adecuadamente la escritura manual, la comunicación escrita, de profesor a alumno, puede producirse de varias formas:

- TABLET → ORDENADOR → VIDECONFERENCIA: el contenido de la pantalla de la tablet “pasa” a una ventana del escritorio del ordenador del profesor, que se comparte con el alumno durante la videoconferencia.

(i) TABLET:

- El profesor necesita una *aplicación para tomar notas manuales*, que administre lo que escribe y permita pasar de unas hojas a otras. Ejemplos de aplicación gratuita de ese tipo son: *Penultimate* de Evernote, para iPad, o *Squid (formerly Papyrus)* para Android.
- La tablet debe emitir el contenido de su pantalla (al ordenador). Los dispositivos de *Apple* tienen incorporado el protocolo *Airplay* de serie, por lo que no precisan de aplicación. Los dispositivos *Android* pueden utilizar la aplicación gratuita *Mirroring360 Sender Basic*.

(ii) ORDENADOR:

- Para recibir la señal de la tablet, se necesita un receptor *Apple TV*, o bien el software *Mirroring360* de *Splashtop*, que tiene un coste relativamente económico. De este modo se abre una ventana en el escritorio del ordenador, que refleja una imagen idéntica a la que ofrece la pantalla de la tablet.
- El software de videoconferencia (Skype o Google Hangouts) permite compartir, en la conversación, el escritorio completo o cualquiera de sus ventanas, como la que contiene la imagen de la pantalla de la tablet.

- TABLET → NAVEGADOR DE INTERNET: existen páginas web cuyo contenido es un lienzo en blanco sobre el cual los visitantes pueden escribir.

Estas webs son operativas cuando se utilizan desde uno de estos dispositivos táctiles. Un ejemplo de ellas es *A web whiteboard* (www.aww.com). La página permite, además, guardar el contenido escrito en un archivo de imagen *PNG*, e incluso crea una URL única para compartir, de manera privada, la pizarra con otras personas, de modo que al visitarla, quien recibe el enlace, puede, tanto ver lo que va apareciendo en ella, como escribir e interactuar. Otras páginas web similares son de pago, y ofrecen el almacenamiento y la gestión, en la nube, de las pizarras generadas.

- **TABLET PROFESOR → TABLET ALUMNO** (ver Fig. 1): si profesor y alumno manejan el mismo tipo de dispositivo, pueden interactuar sobre un documento compartido usando una aplicación cualquiera que lo permita. En dispositivos *Android* todavía no hemos encontrado soluciones de este tipo que sean gratuitas y de calidad. Los usuarios de tablets de *Apple* sí disponen a día de hoy de una sensacional aplicación gratuita llamada *Talkboard* (www.citrix.es/products/talkboard/overview.html) que permite prescindir totalmente del ordenador, ya que crea pizarras, que se pueden compartir con colaboradores, y con los que se puede hablar dentro de la misma aplicación. El usuario crea proyectos que constan de pizarras y colaboradores, y todo queda guardado para futuras sesiones.

4. Videoclases: particulares o institucionales (el caso de la UJI)

Otra herramienta que permite reducir la necesidad de la tutoría es la grabación en vídeo de las clases presenciales y su puesta a disposición, sea de manera privada, dentro de la plataforma (Moodle en el caso de nuestra universidad), en el espacio de la asignatura, o en un sitio web como *Youtube*, quedando, a voluntad del propietario, abierto al público, “escondida” salvo para quien conozca la URL, o completamente privada para un conjunto de usuarios. La propia web de *Youtube* permite la grabación de vídeos en directo usando la webcam, y su edición posterior, todo ello en la nube.

Una solución local para grabar una clase desde el despacho es usar un programa de grabación del escritorio del ordenador. Dos ejemplos gratuitos comprobados son *aTube Catcher* y *CamStudio*. Capturan el escritorio (o parte de él) y el sonido que entre por el micrófono. De este modo, usando una tablet, se puede grabar la pizarra en las formas comentadas anteriormente (con una página web de pizarra, o con una aplicación adecuada de la tablet). Para hacer la grabación más amena, y que no se oiga sólo una *voz en off*, el profesor puede capturar su imagen mediante la webcam del ordenador, con ayuda de un software gratuito como *VideoLAN-VLC*. Redimensionando la ventana del *VideoLAN-VLC* a una esquina del escritorio, para

tapar lo menos posible la pizarra, el profesor puede dirigir su mirada a la webcam de vez en cuando, y la grabación de la lección es más personal y agradable para el espectador.

En el caso de nuestra institución, la mayoría de aulas se han equipado con mesas multimedia, con el hardware y software adecuado, y cámaras de vídeo colocadas en el techo del aula con posiciones preseleccionadas, de modo que el profesor que desea grabar su clase tiene que seguir un pequeño número de sencillos pasos:

(i) Seleccionar entre:

- Escritorio PC: que tomará la imagen del escritorio.
- Cámara: que tomará la imagen de cámara de vídeo del techo del aula.
- PIP: conmutador que habilita o deshabilita la superposición de la imagen de la cámara del techo, en una esquina del escritorio del ordenador.

(ii) Caso de elegir “Cámara” o “PIP”, el profesor debe seleccionar una de las 4 posiciones establecidas, según el profesor hable (1) desde la silla de la mesa, (2) desde el atril —que soporta un monitor táctil con puntero de precisión—, (3) desde la pizarra en un plano corto, o (4) desde la pizarra en un plano más amplio.

(iii) Presionar botón “Grabar” para iniciar la grabación, y conectar el micrófono inalámbrico que tiene a disposición.

(iv) Presionar botón “Parar” en el momento de finalizar.

Tras detener la grabación, se inicia el procesado del vídeo en un servidor de vídeo, propio de la universidad, de forma que, en unos minutos, el archivo de vídeo está disponible, de manera privada, para el profesor. Éste puede ingresar en dicho servidor, con su cuenta de usuario, para visualizarlo, eliminarlo, editarlo —extraer fragmentos— y marcarlo como *publicable*.

Si el vídeo está marcado como publicable, el profesor puede enlazarlo desde la web de la asignatura, para que esté accesible a todo su alumnado.

Con estas videoclases, muchas de las tutorías se pueden resolver por el alumno, que tal vez no tuvo tiempo de tomar nota durante la clase de ciertas observaciones del profesor, que después son necesarias para resolver las tareas.

5. Comentarios finales

Se han presentado diversas opciones realistas de afrontar una tutoría a distancia que utilice simbología matemática con el objetivo de dar respuesta a uno de los retos planteados en nuestro departamento, consistente en facilitar la comunicación oral y escrita entre el profesorado y alumnado a distancia, propiciando así un correcto aprendizaje.

Resulta evidente que la comunicación más pobre es la primera opción, la cual está basada en la utilización de un equipo informático básico con webcam. Sin embargo, no hay que despreciarla porque puede haber estudiantes con pocos recursos y ser su única opción.

La utilización de recursos más sofisticados puede facilitar la comunicación y debemos estar atentos a la aparición de nuevas herramientas. El campo de las nuevas tecnologías informáticas y de información es muy activo, y las herramientas comentadas hoy, pueden resultar obsoletas en poco tiempo.

Finalmente, agradecemos de antemano a los lectores que quieran compartir con nosotros comentarios y/o nuevas ideas en este campo que, con toda seguridad, nos ayudarán a mejorar nuestro modelo.

4 Reseñas de Libros y Tesis Doctorales

4.1 Libros

Paseo dialéctico por las ciencias

Évariste Sanchez-Palencia

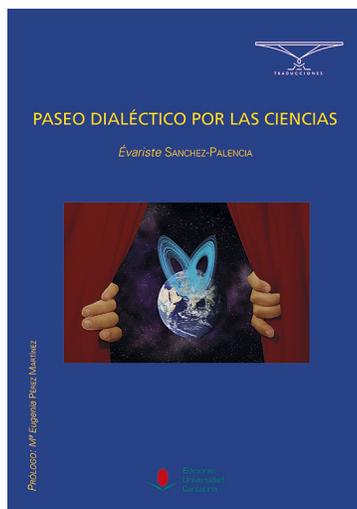
Ediciones de la Universidad de Cantabria (2015), Colección traducciones

ISBN: 978-84-8102-746-4

28 €

M. Eugenia Pérez Martínez

I. Sobre el libro



“*Paseo dialéctico por las ciencias*” es un libro con contenido y aportaciones importantes en los ámbitos de la Epistemología, la Dialéctica en las Ciencias y la Historia de las Ciencias. Cuenta con un estilo propio, que raya con la divulgación científica, y son numerosas las reseñas a la versión francesa del libro “*Promenade dialectique dans les Sciences*” (Hermann, 2012) aparecidas en la prensa, y en diversos medios de comunicación científicos de prestigio. Estas reseñas muestran el alcance de los temas considerados en el libro y el tratamiento riguroso, paradigmático y distendido que el autor hace de ellos. “*Una especie de visita a las ciencias a la luz de la*

dialéctica”, dice el autor.

Trata, a distintos niveles, de la naturaleza de la ciencia y de la investigación, sobre todo en sus facetas insólitas y paradójicas. Entre los temas considerados (algunos se abordan varias veces, aunque bajo diferentes perspectivas), mencionemos (ver Ref. [1]):

- Lo que se busca no se encuentra, y a menudo lo que encontramos no se había buscado.

- El papel del error (carácter relativo, poder creativo).
- La naturaleza (aproximada y evolutiva) del conocimiento.
- Modelos, conocimiento aproximado e idealismo en las ciencias.
- El sentido, y el conocimiento como búsqueda de la coherencia causal.
- Causalidad no instantánea, interacción, evolución, sistemas dinámicos, lógica y dialéctica.

Ya desde las primeras páginas, uno se siente atraído. En el primer capítulo, se narran una serie de historias sobre errores cometidos en la ciencia por diversos científicos de distintos ámbitos y en diferentes escalafones (desde verdaderos científicos ocupando altos cargos hasta farsantes que se hacen pasar por científicos). También se someten a contraste los éxitos de determinados programas sobre desarrollos tecnológicos frente a los fracasos de proyectos de investigación básica, a pesar de contar con una inversión de capital similar y haber supuesto todos un hito en la historia del Siglo XX. *“A pesar de todo, la ciencia avanza”*.

Todo esto será utilizado en los capítulos siguientes para ilustrar por medio de ejemplos reales determinados temas que se desarrollan paulatinamente. Son muchos los tópicos que se abordan sobre Astronomía, Biología, Derecho, Electromagnetismo, Economía, Ecología, Filosofía, Historia, Informática, Matemáticas, Mecánica, Medicina y Psicología por mencionar unas cuantas disciplinas, pero también sobre disciplinas de las Bellas Artes, la Estrategia y la Cienciometría, por ejemplo.

Como el título del libro indica, el autor nos ofrece un paseo por distintos ámbitos científicos, dialogando, meditando, reflexionando sobre la lógica, la evolución, la investigación, el pensamiento, los esquemas mentales...: en nuestro mundo (interior) y en el que nos rodea. Se refiere (alegóricamente) a la Ciencia y al Mundo como si de una obra de teatro se tratara, una obra que sólo se representa una vez y de la cual somos actores, espectadores, autores y críticos. Con anécdotas, con notas históricas, mostrando cierta ingenuidad en sus preguntas y meditaciones, como hacen a menudo los científicos, y siempre con humor, el autor nos sumerge en un recorrido dialéctico. Pero el libro va más allá de un mero recorrido, es un libro innovador, ya que supone una revisión de la dialéctica en las ciencias, donde se introduce un nuevo principio. Asimismo, se introducen tratamientos novedosos en ciertas cuestiones relacionadas con la teoría de juegos,

“El mundo y su evolución son una gran obra de teatro, de la cual extraemos fragmentos que satisfacen de manera aproximada las leyes que nosotros mismos hemos inferido”. La evolución del mundo es objeto de estudio en epistemología,

y así el autor considera el tiempo como agente conductor de la causalidad, e introduce un nuevo principio de la dialéctica “extraído de fenómenos del caos determinista”. La “fuerza creadora de la contradicción”, y el “bricolaje” están muy presentes en los procesos evolutivos. En particular, se muestra cómo los sistemas dinámicos y la dialéctica, en tanto que marcos matemático y filosófico, respectivamente, juegan un importante papel para la explicación de los fenómenos de evolución de causalidad múltiple (a veces contradictoria) y en general no instantánea.

En el libro se someten a análisis cuestiones de lo más variado: por ejemplo, los genios y sus genialidades, los ordenadores, el darwinismo y el transporte en Europa, diversas leyes de la física y principios matemáticos, la lógica, la contradicción y los principios de la dialéctica, la estabilidad y la replicación del ADN, la formación de las células eucariotas (con núcleo), las redes neuronales, la empatía, el papel de la epigenética, cómo aprendemos de nuestros errores, qué vemos y cómo lo interpretamos, los descubrimientos científicos y su situación en el tiempo, etc.

El autor también nos muestra su interpretación sobre la medición de la ciencia, el esquema de los conocimientos científicos, la evolución de las publicaciones, lo que son los problemas abiertos en la investigación científica y cómo se generan otros nuevos. Asimismo, nos enseña cómo obtener (de la nada o con muy poco, diría yo) sistemas de ecuaciones diferenciales que intentan explicar fenómenos complejos de la naturaleza, o nos da unas nociones de geometría esférica tan útiles por ejemplo en el diseño de mapas cartográficos o en las rutas aéreas, o nos muestra la importancia de la acumulación de los pequeños errores en los sistemas evolutivos. Todo esto son pequeños ejemplos, muestras, de lo que nos podemos encontrar en el libro, y siempre con humor, y, como ya se ha dicho, con comparaciones y alusiones que nos atrapan. Hay alusiones al mundo de las Bellas Artes (teatro, ballet, ópera, pintura), de las Artes Bélicas, de la Magia, y por qué no a conversaciones de pasillo. Por poner algunos ejemplos, encontramos análisis de óperas como *Carmen*, *Rigoletto*, *Tosca* y *El príncipe Igor*, o de daguerrotipos y cuadros de barricadas de distintas revoluciones, o de cuadros de ninfas, o de cuentos y mitos populares, o de poemas y canciones, o de dilemas, o de profecías que se cumplen. Todo vale para acercarnos al mundo de la ciencia, de la lógica y de la dialéctica.

Con un planteamiento original y distinto de otros libros, está dirigido a un público amplio y variado, y puede resultar útil en muchos aspectos de la actividad académica y de la vida cotidiana. La naturaleza de la ciencia y de la investigación se hacen comprensibles incluso a los no familiarizados con la investigación, gracias a la ayuda de ejemplos muy simples y de las analogías mencionadas, y de otras.

De lectura recomendada a cualquiera interesado o relacionado con el mundo de la ciencia, de la filosofía y de la investigación, el autor se dirige de manera especial a los jóvenes: “*con la esperanza de despertar vocaciones*” hacerles comprender, “*que el presente que vivimos no es sino la historia del porvenir*”. Se tiene la impresión, a menudo, de que el autor se dirige a nosotros hablándonos directamente.

Presenta varios niveles, algunos difíciles de alcanzar en una primera lectura; es como cuándo se entra en un museo, no todos los visitantes son atraídos por las mismas obras que se exhiben, y en cada visita uno se percata de nuevas obras o detalles. Así, determinadas partes del libro pueden resultar en ocasiones densas y difíciles, pero como el autor advierte, admite una lectura parcial e incluso puntual, teniendo una coherencia global. Esto es, los temas pueden ser leídos en un orden distinto al proporcionado y podemos saltar ciertos temas, sin embargo, cuando se lee el libro en su totalidad, se ve que nada es superfluo, que se persigue un fin.

II. Sobre el programa [1, 2]

El capítulo 1 se dedica a la exposición de varias anécdotas paradigmáticas de la historia de las ciencias, que ilustran el carácter paradójico de la investigación, en contraste con la imagen simplista de progreso

El capítulo 2 contiene una definición o interpretación de la ciencia en tanto que conocimiento objetivo, aproximado y perfectible de la naturaleza. También contiene comentarios sobre el idealismo en las ciencias.

El capítulo 3 es una digresión sobre algunos aspectos de la práctica de la investigación, sus extravíos, el fetichismo de las publicaciones y la vida de los investigadores.

El capítulo 4 contiene diversas precisiones sobre las interpretaciones en términos de causalidad y finalismo y termina con una comparación entre el pensamiento científico y el pensamiento mágico.

El capítulo 5 está dedicado a nuestros conocimientos, resultantes de las ciencias cognitivas, sobre el funcionamiento del cerebro humano. Se hace énfasis en el carácter inconsciente de la mayor parte de las actividades humanas y en el problema del sentido. Este último se relaciona con la psicología de la forma (Gestalt). El capítulo termina con una descripción de la actividad cognitiva en la investigación científica.

El capítulo 6 es una descripción elemental de los procesos de evolución en el tiempo, en donde interviene más de un agente (sistemas dinámicos): el papel del tiempo, de la inercia y del antagonismo eventual entre los diversos agentes en

juego. Se trata del punto de partida para la interpretación dialéctica del capítulo siguiente. Se dan indicaciones sobre el caos determinista.

El capítulo 7 trata de la aplicación de la lógica en un contexto práctico y muestra sus limitaciones, abriendo el camino a la dialéctica, esquema general donde se inscriben los procesos evolutivos. Los principios de la dialéctica (sobre todo el paso de lo cuantitativo a lo cualitativo y la fuerza creadora de la contradicción) se describen a la luz de los sistemas dinámicos (capítulo 6), incluyendo el fenómeno del caos determinista. La descripción se ilustra o comenta con la ayuda de ejemplos tomados de las ciencias.

El capítulo 8 está constituido por dos pequeños ejemplos de investigación científica. El primero es ficticio, recrea investigaciones realizadas en el siglo XIX. Se incide en los errores, en cómo y por qué se comenten, su naturaleza y su papel en la generación de nuevos problemas. El segundo es un fragmento de investigación auténtico, un tratamiento detallado del ‘dilema del prisionero’ (ejemplo clásico en teoría de los juegos, que se vuelve a encontrar en economía). El razonamiento clásico ofrece un resultado paradójico. Otro razonamiento conduce a otro resultado. Finalmente, un estudio más general, utilizando métodos enteramente diferentes, hace comprender la verdadera naturaleza del problema y las ambigüedades e incoherencias del enunciado. Se trata de un ejemplo de proceso dialéctico: tesis (solución paradójica clásica), antítesis (otro resultado producido por otro razonamiento) y síntesis (estudio general y clarificación de la cuestión).

El capítulo 9 contiene comentarios muy sucintos sobre la biología de la evolución. Se enfatiza en el desarrollo o activación de los genes, que depende de muchos factores, entre ellos el medio ambiente. Además, las secuencias de genes se desplazan, duplican, inhiben, activan... se trata del bricolaje de la evolución. El capítulo termina con una breve reflexión sobre ciencia e ideologías.

El capítulo 10 tiene como objeto algunos comentarios sobre matemáticas (estatus de los teoremas y de otros objetos matemáticos, relaciones entre exacto y aproximado, geometrías no euclídeas). Se incide en los modos de operar y en el papel de las convenciones, distanciándose de interpretaciones trascendentales.

Esta visita a las ciencias se termina con una coda breve en la que se retoman algunos temas bajo distintos aspectos.

Así, resulta difícil resistirse a la lectura de un libro de las características descritas arriba, que comienza con una dedicatoria a la memoria de El Principito y acaba como un poema, o una pieza musical.

III. Sobre el autor

Évariste Sanchez-Palencia nació en Madrid en 1941 y estudió en la ETSI Aeronáuticos de Madrid, donde se licenció en 1964. Su ámbito científico se ha desarrollado en el CNRS francés, en las áreas de la mecánica teórica y la matemática aplicada. Es actualmente Director de Investigación Emérito en el CNRS, miembro de la *Academie des Sciences* de Paris y de la Junta Directiva de la *Union Rationaliste* en Francia.

Con más de 45 años de experiencia investigadora, Sanchez-Palencia cuenta con un reconocimiento científico a nivel mundial en temas tales como los problemas de la mecánica dependientes de pequeños parámetros y más específicamente la homogeneización de medios compuestos, las vibraciones de estructuras complejas y las cáscaras (“shells”) elásticas delgadas. Su investigación científica es de interés en múltiples grupos de universidades españolas y de todo el mundo. En estos años, ha sido condecorado con diversos premios y medallas del CNRS y de *l’Academie des Sciences*.

Ha sido miembro del consejo editorial de revistas científicas, con índices de calidad importantes, y editor-jefe en alguna de ellas. Cuenta con numerosos artículos científicos en las especialidades (de la mecánica y las matemáticas) magnetohidrodinámica, homogeneización de medios fuertemente heterogéneos o mezclas, vibraciones de sistemas complejos, teoría espectral, análisis asintótico de singularidades y fisuras en sólidos y estructuras delgadas, entre otras. Son numerosas las citas a sus resultados.

Asimismo es autor de diversos libros científicos especializados, varios de ellos han supuesto un avance inestimable para el desarrollo de los temas de investigación abordados. Mencionemos entre éstos los siguientes:

- *Nonhomogeneous media and vibration theory*. Lecture Notes in Physics, 127. Springer-Verlag, Berlin-New York (1980);
- *Computation of singular solutions in elliptic problems and elasticity*, Ed. Masson-John Wiley, Paris - New York (1987) (en colaboración con D. Leguillon);
- *Vibration and coupling of continuous systems. Asymptotic methods*. Springer, Berlin (1989) (en colaboración con J. Sanchez-Hubert);
- *Coques élastiques minces: propriétés asymptotiques*. Ed. Masson (Collection Recherches en Mathématiques Appliquées) Paris (1997) (en colaboración con J. Sanchez-Hubert).

El libro que nos ocupa, “*Paseo dialéctico por las ciencias*”, supone una aportación innovadora en epistemología, situándose en el primer libro de carácter divulgador por el autor, en el que, entre otras cosas, ejemplifica la ciencia y la investigación mostrándonosla accesible. La situación del libro en el contexto de universitario es clave, bien entendido, en el contexto de la Universidad en su labor de transmisora de conocimiento e impulsora de la investigación, el desarrollo y la innovación. En lo que respecta a la enseñanza universitaria hispanohablante, este libro es de interés en programas de formación transversal de grado y posgrado, en programas sénior, y en materias relacionadas con la modelización, la historia de la ciencia, la filosofía y las ecuaciones diferenciales, entre muchas otras.

IV. Una anécdota paradigmática [1, 2]

A continuación, presentamos una de las anécdotas que se encuentran en el Capítulo I del libro (sobre “*El error de Poincaré y el descubrimiento de los atractores extraños*”, Sección 1.4) mostrándonos, entre otras cosas, cómo fenómenos turbulentos que han originado creencias y miedos populares, presentan un tipo de causalidad que es aún difícil de comprender en nuestros días. Tales son la propagación del fuego, los fenómenos atmosféricos o el comportamiento de los astros. Este tipo de fenómenos, son ejemplos de procesos sujetos al caos determinista, o a la *sci* (‘sensibilidad a las condiciones iniciales’): el ‘efecto mariposa’ y ‘los atractores extraños’.

El error de Poincaré y el descubrimiento de los atractores extraños

El descubrimiento de los fenómenos del caos determinista (el célebre ‘efecto mariposa’ y los ‘atractores extraños’), que juegan un papel extraordinariamente importante en nuestra visión actual de los fenómenos naturales, siguió un camino de lo más sorprendente e inesperado. Esto lleva a pensar que la dificultad en comprenderlos, dominarlos o manipularlos condujo sencillamente a un ‘olvido’, a una ‘ignorancia de facto’, durante más de cincuenta años, de propiedades perfectamente demostradas y cuyo alcance y consecuencias se habían comprendido, al menos por algunos, pero no asimilado por la comunidad. Simplemente, se dejaron de lado, como si no existieran. Pero las circunstancias del descubrimiento son insólitas y llamativas.

Henri Poincaré (1854-1912) es uno de los matemáticos más importantes de los tiempos modernos. Realizó aportaciones fundamentales en todos los ámbitos

de la ciencia matemática de su época, que comprendía la mecánica y amplios campos de la física (fue también un gran maestro de la epistemología y de la psicología de la investigación)¹. En torno al año 1880 su prestigio en el mundo universitario es enorme. De modo continuado escribe artículos del más alto nivel, a menudo sumamente innovadores. Los envía a revistas científicas que los reciben generalmente como si fuera un honor. Sin embargo, es notorio por no releer las pruebas de imprenta en el tiempo requerido y, lo que es más importante, porque sus escritos contienen a menudo ‘agujeros’, puntos oscuros que quedan sin explicar, e inexactitudes. Los redactores de las revistas le piden con frecuencia que envíe precisiones y explicaciones complementarias sobre ciertos párrafos; el tono es más bien el de ‘no hemos sido capaces de comprender’ que el de reproche. Y, efectivamente, la mayor parte de las veces, las notas complementarias que aporta confirman la exactitud de su pensamiento y el razonamiento bien fundamentado. Sucede también que se perciben verdaderas lagunas en sus publicaciones: esto le proporciona un trabajo de confirmación, verificación, que a menudo es fuente de actividad original y fecunda sobre un fondo de controversia.

Poincaré es un auténtico motor de investigación en matemáticas y como tal es reconocido.

El rey Oscar II de Suecia (1829-1907) es un gran protector de las ciencias. Con su apoyo moral y económico, aparece una nueva revista de matemáticas, la prestigiosa *Acta Mathematica*, cuyo redactor jefe es Gösta Mittag-Leffler (1846-1927). Con objeto de mostrar el alto nivel de la nueva revista, Mittag-Leffler solicita a Poincaré el envío de artículos y con el paso de los años se establece una gran amistad entre los dos, mientras que *Acta Mathematica* se convierte en la principal salida de la producción de Poincaré.

En 1884 el rey Oscar decide otorgar un premio (una medalla de oro y una suma de 2.500 coronas) ‘a un descubrimiento importante en el ámbito del análisis matemático superior’ con ocasión de su 60 aniversario, el día 21 de enero de 1889. Mittag-Leffler es presidente del jurado (formado también por C. Hermite [1822-1901] y K. Weierstrass [1815-1897]) y fija las bases del concurso: los postulantes, de forma anónima, deben enviar los trabajos, preferiblemente sobre diversos temas de carácter general definidos por el jurado, entre los cuales figura el gran problema de la estabilidad del sistema solar.

¿De qué se trata? El movimiento de cada planeta alrededor del Sol puede calcularse fácilmente (desde Newton, 1643-1727) con la ayuda de la ley de gravitación universal, con la que se demuestra que las órbitas son elípticas y

¹Después de él, únicamente David Hilbert (1862-1943) puede ser considerado como un matemático ‘total’; luego, la diversificación de las matemáticas fue tal que ninguna mente ha sido capaz de dominarlas en su totalidad.

recorridas periódicamente. Sin embargo, como hay más de un planeta, estos se atraen y el esquema anterior queda modificado. El problema matemático es muy complicado, pero puesto que los planetas son pequeños, el movimiento de cada uno se aproxima al que tendría si solamente estuviera sometido a la atracción del Sol². Podemos preguntarnos si, con el tiempo, estas pequeñas perturbaciones podrían tener efecto acumulativo de modo que, en un futuro muy lejano, la configuración del sistema solar fuera muy diferente a la actual, y si la Tierra podría convertirse en un astro distante o, por el contrario, acercarse al Sol y fundirse...

Para estudiar este tipo de movimientos, se realizan aproximaciones, simplificando, lo que conduce a la teoría de las perturbaciones. No obstante, estas soluciones aproximadas están llenas de pequeños errores que a la larga, con un efecto acumulativo, podrían a su vez falsear los resultados. La teoría de las perturbaciones es absolutamente fiable durante años, e incluso siglos, pero no eternamente... Además, hay otras cuestiones relacionadas, más concretas: ¿el paso cerca de nosotros de un astro que procede del exterior de nuestro sistema solar puede dislocarlo por completo, o bien todo volvería a su orden poco después de su paso?

Poincaré decide presentarse al concurso antes mencionado y elige el problema de la estabilidad, o más bien un problema contenido en ese marco, el ‘problema restringido de los tres cuerpos’, donde solo se desconoce el movimiento de un planeta, siendo conocido el movimiento de los otros dos. Los métodos de perturbación clásicos eran, como acabamos de decir, de poca utilidad. Aborda la cuestión de una forma totalmente novedosa. En lugar de estudiar la trayectoria de un punto como tal, considera el conjunto de trayectorias que podría seguir el planeta para sus diversas posiciones posibles en el instante inicial³. Esto le permite aprovechar una propiedad cualitativa fundamental: dos trayectorias cualesquiera no pueden cortarse, lo que introduce limitaciones extremadamente útiles; las trayectorias no pueden hacer cualquier cosa, están como canalizadas, dirigidas en cierto modo. Del conocimiento de algunas de ellas, periódicas, y de las consideraciones sobre la conservación de la energía, se pueden extraer propiedades cualitativas de las soluciones, sin conocerlas y sin hacer verdaderos cálculos, remplazados por sutiles (y extremadamente difíciles) razonamientos sobre las posibles posiciones y su evolución en el tiempo.

El trabajo de Poincaré contiene una cantidad impresionante de resultados cualitativos inesperados sobre el problema en cuestión: la existencia de soluciones periódicas, de soluciones asintóticas... Pero lo más sorprendente es que algunos

²Al menos durante largos periodos de tiempo. Por otra parte es la razón por la que se descubrió (Kepler, 1571-1630) que las órbitas son elípticas; de hecho, no lo son más que de modo aproximativo.

³De hecho, se trata de un punto representativo en el espacio de las fases.

de ellos tienen un carácter completamente general, que sobrepasa ampliamente la cuestión de la estabilidad del sistema solar: teorema de recurrencia, teoría de los exponentes característicos... Ha nacido una nueva teoría, gracias a la aplicación de métodos inéditos. El trabajo de Poincaré establece también la estabilidad (en el caso restringido considerado) del sistema solar; es un resultado magnífico, pero... ¡falso!

El jurado recibe una docena de trabajos. Uno de ellos destaca inmediatamente y sin equívocos como ampliamente superior a los otros, es el de Poincaré. El 21 de enero de 1889, Mittag-Leffler le escribe para notificarle que ha obtenido el galardón y que, en conformidad con los estatutos del concurso, el trabajo se envía para su publicación a *Acta Mathematica*; el manuscrito se le confía al joven matemático L. E. Phragmén para preparar la edición. El embajador de Suecia le impone la medalla a Poincaré y le hace entrega de la cuantía del premio, durante una ceremonia que tiene lugar el 23 de marzo.

En julio, Phragmén termina su trabajo de preparación. No ha detectado el error, ¡algo, por otra parte, impensable! Como de costumbre, algunos puntos no quedan suficientemente claros, por lo que se le piden al autor algunos comentarios para su aclaración. Como es habitual, Poincaré los lleva a cabo, algo que no le lleva mucho tiempo, excepto que... una de las cuestiones que hay que clarificar se muestra recalcitrante... No consigue dar rápidamente una respuesta simple y convincente. Poincaré profundiza en ello: un razonamiento es totalmente falso; más aún, no logra sustituirlo por ningún otro, debe rendirse ante la evidencia: el resultado de la estabilidad del sistema solar es, sencillamente, falso.

Poincaré tarda cierto tiempo en esclarecer lo sucedido. Además, el 9 de noviembre nace Yvonne, segunda hija de Henri y Louise Poincaré. A fines de noviembre envía por fin a Phragmén una carta, hoy perdida, en la que propone una versión modificada del artículo y, el 1 de diciembre, escribe a Mittag-Leffler para comunicarle su profunda decepción.

Es evidente que, incluso prescindiendo del resultado erróneo, el trabajo de Poincaré sin ningún género de duda merece el premio, algo que de ninguna manera se cuestiona. Sin embargo el texto modificado llega demasiado tarde. El número de *Acta Mathematica* ya se ha imprimido, aunque todavía no se ha distribuido⁴. De acuerdo con el autor, Mittag-Leffler hace una reimpresión con la versión modificada, que finalmente se distribuye. Como anécdota, los gastos de reimpresión fueron de 3585 coronas⁵, y la factura se le envió a Poincaré,

⁴Probablemente estuviera previsto insertar explicaciones complementarias del autor en el número siguiente.

⁵La corona sueca aproximadamente equivalía a 1,40 francos. Para hacerse una idea de la suma que se está barajando, sirva el saber que el salario anual de Mittag-Leffler era de 7000 coronas.

quien, por tanto, ganó una medalla de oro y perdió 1085 coronas; pero eso es completamente irrisorio en comparación con la dimensión científica, presente y futura de su trabajo.

¿En qué consistía el error? Por supuesto, estaba bien enmascarado entre numerosos razonamientos difíciles y sutiles (ni los miembros del jurado ni Phragmén lo detectaron). Pero, a la hora de la verdad, el esquema del error era el siguiente⁶: en un semiplano cuya frontera contiene un punto O , consideremos dos curvas cerradas, $C1$ y $C2$ pasando por O . Las áreas delimitadas por las dos curvas son iguales. Poincaré deduce de ello que las dos curvas coinciden; es manifiestamente falso, para convencerse de ello basta observar dos curvas que se cortan en uno o varios puntos (además de en O). Con toda evidencia, ¡Poincaré pensaba que las dos curvas no podían cortarse más que en O !

Semejante error es sorprendente... pero comprensible. En un trabajo anterior, Poincaré había tratado cuestiones análogas en otro problema donde las curvas $C1$ y $C2$, que no son trayectorias, heredaban estas la propiedad de no poderse cortar más que en O , puesto que todo sucedía en un plano y las curvas aquí hacen de barreras. En el problema que presentó a concurso, las trayectorias estaban en un espacio tridimensional, las curvas $C1$ y $C2$ (al dibujarlas en el plano) no heredaban de aquellas la propiedad de no poderse cortar, ya que las curvas no son barreras en el espacio tridimensional. *Seguramente ¡Poincaré tenía en mente el problema precedente!*

¿Fue víctima Poincaré del plazo de presentación de los trabajos para el concurso, lo que le impidió dedicar el tiempo necesario para terminar el suyo? Es posible, aunque no evidente. Los trabajos debían enviarse a Uppsala antes del 1 de junio de 1888 y Poincaré envió el suyo el 17 de mayo, lo que puede ser considerado como el tiempo límite para un envío importante y voluminoso (270 páginas en *Acta Mathematica*); sin embargo, el concurso estaba abierto desde 1885. Teniendo en cuenta su capacidad, Poincaré hubiera podido elegir prácticamente cualquiera de los temas propuestos (que, por otro lado, no eran vinculantes); finalmente eligió el de la estabilidad y trabajó en él aproximadamente un año⁷. Podemos estimar que haya trabajado a su ritmo, aunque es un hecho que al final pudo sentirse bajo presión. Fuera por lo que fuera, redactó como solía, confiando en su intuición, con resultados insuficientemente elaborados. *Y esta vez, contrariamente a lo habitual, uno de los resultados era falso. No vio más que lo que había previsto ver.*

En su trabajo, Poincaré trató de demostrar su (falso) teorema a través de

⁶He simplificado, casi hasta la caricatura. Las nociones de trayectorias y de barreras se tratarán en el capítulo 6. El lector podrá saltar estos puntos en una lectura rápida.

⁷Comenzó en mayo o junio de 1887 (carta de Poincaré a Mittag-Leffler del 16 de julio de 1887, en H. Poincaré y G. Mittag-Leffler [1999], página 161).

dos métodos. En el primero hacía intervenir una serie sin haber demostrado la convergencia, sin lo cual no era una demostración. Las series no convergentes eran un tema muy sensible en la mecánica celeste, ya que, en el pasado, gran número de resultados establecidos por los astrónomos que las habían utilizado mostraron ser falsos. Poincaré no cayó en esa trampa, abandonó esa tentativa de demostración, que de todas formas incluyó en su trabajo, como vía inacabada. Seguidamente volvió sobre la otra demostración, que él consideraba la acertada y que contenía un auténtico error. Si Poincaré estaba convencido de la veracidad de su segunda demostración, ¿por qué ha dado la primera, rudimentaria y poco convincente? Cabe preguntarse si tenía dudas concernientes a la exactitud de la segunda demostración y si quería subsanar de este modo, con un argumento adicional, esa posible laguna de la que tenía vaga consciencia. No hay respuestas para estas preguntas. De todas formas, redactó según su costumbre; los trabajos complementarios le habían dado siempre la razón. Lo más probable es que Poincaré no tuviera ninguna duda sobre la validez de su demostración.

Tras estas aventuras, Poincaré aprovechó y desarrolló todas las consecuencias en un libro que ha hecho época: *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste*⁸. Las dos curvas C1 y C2 se cruzan, eso queda claro, pero una infinidad de veces, y esto cerca de cualquier punto. Se entrecruzan de una forma inextricable, veamos lo que explica Poincaré:

“Estas intersecciones forman una especie de malla, de tejido, de red con mallas infinitamente apretadas; cada una de esas curvas no debe cortarse nunca a sí misma, sino que debe replegarse ella misma de manera compleja para conseguir cortar una infinidad de veces todas las mallas de la red. Nos asombraríamos de la complejidad de esta figura, que ni siquiera intento trazar. Nada puede darnos mejor idea de lo complicado del problema de los tres cuerpos y, en general, de todos los problemas de la dinámica donde no hay una integral uniforme.”

Por supuesto, no es sólo la cuestión de las dos curvas. Todo esto tiene consecuencias de un alcance extraordinario sobre las propias trayectorias, igualmente enmarañadas e imbricadas unas en otras. De hecho, *en la mayor parte de los casos, el sistema es inestable, y el comportamiento de las trayectorias para tiempos muy grandes es extremadamente complicado.*

¿Se han dado cuenta de que en la cita anterior, Poincaré parece haber comprendido perfectamente la complejidad de las curvas (y de las trayectorias), pero que no las describe como tales y que ‘ni siquiera intenta trazar’ la figura?

⁸ H. Poincaré [1893].

Efectivamente, la gráfica de las trayectorias no ayuda gran cosa, puesto que se encuentran en un espacio de tres dimensiones y, al realizar una figura plana, se vuelven completamente ilegibles. Observen también que *Poincaré comprendió perfectamente el alcance tan general de este tipo de fenómenos* que sobrepasan extraordinariamente el problema específico de la estabilidad del sistema solar. Este tipo de fenómeno era ‘extensible a todos los problemas de la dinámica donde no hay una integral uniforme’.

A falta de figuras, a falta de ejemplos palpables, pero también a causa de la dificultad de los razonamientos, el conocimiento de estos fenómenos tan sobresalientes, de alcance y extensión enormes, queda restringido, durante más de setenta años, al grupo de escasos lectores de Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste. Sin duda, las investigaciones en este campo han progresado durante este tiempo, gracias, sobre todo, al trabajo del americano George D. Birkhoff (1884-1944), pero dentro del ámbito académico y sin una verdadera percepción conducente a una concepción global de los problemas de evolución.

En los años 60, Edward Lorenz (1917-2008) trabaja sobre modelos simples a fin de comprender ciertos fenómenos meteorológicos que incorporaban la convección atmosférica producida por el recalentamiento solar. Las ecuaciones son demasiado complicadas como para poder obtener de ellas soluciones exactas y Lorenz hace cálculos con ordenador que le permiten conseguir una solución (aproximada) dando los valores en el instante inicial de diversos parámetros (temperatura, presión, etc.). Los ordenadores de la época eran muy lentos, comparados con los actuales, tanto, que uno de aquellos cálculos para un sistema de ecuaciones diferenciales, casi instantáneo hoy en día, requería entonces varias horas. Un día, al querer reproducir una secuencia de resultados obtenida algunos días antes, con la intención de ganar tiempo, en lugar de recomenzar desde el principio con los mismos valores iniciales, Lorenz empieza en un instante hacia la mitad de la evolución, tomando como valores iniciales los obtenidos en la secuencia precedente en ese mismo instante. Obtuvo una secuencia completamente diferente de la anterior. Intrigado por ese resultado, incompatible con el carácter determinista del sistema, vio que, en lugar de introducir como dato el valor 0,5061127, se había contentado con poner 0,506. Había por tanto introducido un 0,02 % de error, lo que había llevado a una evolución completamente diferente de la primera. Ese fue el punto de partida de la actual teoría del caos determinista. En este sistema como en otros sistemas diferenciales (por no decir que en casi todos) no lineales en dimensión mayor o igual a tres, las trayectorias se entrecruzan como las del planeta perturbado estudiado por Poincaré. *Ha habido que esperar setenta años a que un ordenador ‘trace’ las curvas que Poincaré ‘ni siquiera intentaba trazar’ para darse cuenta del alcance de estos fenómenos generales y fundamentales.*

La comunidad de meteorólogos conoce relativamente bien las propiedades que Lorenz ha demostrado; sin embargo, su carácter generalizable sigue siendo ignorado. En 1971, los físicos David Ruelle (nacido en 1935) y Floris Takens (1940-2010) descubren propiedades análogas en el sistema de ecuaciones de la mecánica de fluidos, de modo que aportan un esclarecimiento fundamental al fenómeno de la aparición de una turbulencia en el flujo de fluidos, lo que hace que se propaguen entre la comunidad de físicos las nuevas ideas sobre el caos determinista.

La estructura social de la evolución de las ideas científicas aparece aquí a modo de ejemplo. El formidable genio intuitivo de Poincaré necesitaba de la atenta lectura de Phragmén para corregir sus falsas intuiciones audaces y captar una realidad insospechada. Algunos descubrimientos fundamentales pueden quedar sin desvelar por falta de ejemplos palpables, de descripciones inteligibles. Las potencialidades que abre el progreso de la técnica cambian nuestra visión sobre los antiguos descubrimientos y los hacen revivir y fructificar.

Agradecimientos

La autora de este reseña desea dar las gracias a Fátima Carrera de la Red y a Mónica González Pérez por la revisión lingüística de la sección “El error de Poincaré y el descubrimiento de los atractores extraños”[2], aquí transcrita.

Referencias

- [1] E. Sanchez-Palencia, http://www.academie-sciences.fr/pdf/membre/Sanchez_Palencia_internet.pdf
- [2] E. Sanchez-Palencia, Paseo dialéctico por las ciencias, Ediciones de la Universidad de Cantabria, Santander, 2015
- [3] H. Poincaré, Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste, Gauthier-Villars, París, 1893, diversas ediciones.
- [4] H. Poincaré y G. Mittag-Leffler, Correspondance entre H. P. et G. M-L, Birkhäuser, Basilea, 1999.

4.2 Tesis Doctorales

Título: Cuatro ensayos sobre valoración de derivados y estrategias de inversión

Doctorando: Víctor Gatón Bustillo

Director: Javier de Frutos

Defensa: 22 de enero de 2016, Universidad de Valladolid

Calificación: Sobresaliente cum Laude

In this thesis, we study some models used in pricing financial derivatives. In particular, we will use two kinds of valuation techniques, Replication and Indifference Pricing. We will deal with the real-time valuation problem, option pricing with variable interest rates and optimal investment and option pricing when transaction costs are present. The analysis and design of appropriate numerical techniques will be necessary in this study. The outline of the thesis is as follows: In Chapter 1 we will propose a Reduced Bases functions method for the real-time valuation problem. Under the idea of paying computational cost just once, in a first step we will construct an interpolant polynomial in several variables that admits tensorial valuation (computes option prices for several parameter values simultaneously) and it is computationally very efficient. Interpolant polynomials of models with several parameters suffer of the so called “Curse of dimensionality”, which blows their storage cost. In a second step, a Reduced Bases function approach, designed and applied to the previous polynomial is presented. This approach will drastically reduce the impact of the mentioned curse, obtaining a low-storage and fast multiple-evaluation polynomial. The algorithms are described so that they can be applied to n-variable models and option types. Analysis of performance with a particular model (GARCH) and real market prices will also be presented. Chapter 2 is devoted to model extension incorporating variable interest rates. We will present a discrete GARCH model with deterministic variable interest rates and an extension of Heston’s SV model with a bond that is able to incorporate a stochastic component. The existence, under certain hypothesis, of a risk free measure for the discrete model is proved and the stock’s dynamics is computed. For the continuous model, a semi-explicit formula is obtained and analysis with market data are carried out. In Chapter 3, in a scenario with proportional transaction costs, a mesh-adaptative Chebyshev collocation method is developed to numerically solve the Optimal Investment problem under Potential Utility. Explicit analytical formulas can be obtained for certain interesting cases. Consequently, they are employed in the analysis of the numerical error of the method. Chapter 4 is

dedicated to Option Pricing with transaction costs under Exponential Utility. After dealing with the numerical problems associated to the Exponential Utility function, a new non-linear PDE is obtained and a Fourier pseudospectral method is proposed to numerically solve it. Theoretical stability and convergence of the method is proved. We also carry out numerical experiments to test the effects in the option price of incorporating transaction costs.

4.3 Carta del Comité Editorial de SEMA SIMAI SPRINGER SERIES

Dear SEMA members,

We are glad to contact you regarding a prestigious initiative: the **SEMA SIMAI SPRINGER SERIES**

As of 2013, SEMA and SIMAI cooperate in order to publish a joint series aiming to publish advanced textbooks, research-level monographs and collected works that focus on *applications of mathematics to social and industrial problems*, including biology, medicine, engineering, environment and finance. This series is meant to host selected contributions focusing on the relevance of mathematics in real life applications and to provide useful reference material to students, academic and industrial researchers at an international level.

Interdisciplinary contributions, showing a fruitful collaboration of mathematicians with researchers of other fields to address complex applications, are welcomed in this series.

Moreover

- Any book proposal will undergo a rigorous peer-review procedure
- Authors/Editors will sign an agreement with Springer and will receive a fair remuneration
- The book will be published with the leading mathematics publisher
- The book will exist among the highest quality mathematics publications in the world
- The book will be published with the world's most innovative provider of scientific content
- From a desktop to your shelf, from a library to your home, your book will be easily purchased with **MyCopy**
- Your e-book will be always universally accessible
- Your book will benefit from high, individual online visibility

- The book can be published as OPEN ACCESS

You may find some additional information on how to submit your proposal at the following link: <http://www.springer.com/series/10532>

We hope you'll consider our invitation to submit to this series, and we thank you in advance for your attention.

Best regards

The SEMA SIMAI SPRINGER SERIES Editorial Board

5 Otras noticias y anuncios

5.1 SēMA Journal

Índice del Vol. 73, issue 1, March 2016 de SēMA Journal

- Azizul Hoque and Helen K. Saikia, *A note on quadratic fields whose class numbers are divisible by 3*, pages 1-5.
- Fernando De Terán, *Canonical forms for congruence of matrices and T -palindromic matrix pencils: a tribute to H. W. Turnbull and A. C. Aitken*, pages 7-16.
- Mamadou Abdoul Diop, Khalil Ezzinbi and Mahamat Mahamat Zene, *Existence and stability results for a partial impulsive stochastic integro-differential equation with infinite delay*, pages 17-30.
- Carmen Rodrigo, *Poroelasticity problem: numerical difficulties and efficient multigrid solution*, pages 31-57.
- Janak Raj Sharma and Himani Arora, *A simple yet efficient derivative free family of seventh order methods for systems of nonlinear equations*, pages 59-75.
- Jayanta Kalita, Azizul Hoque and Himashree Kalita, *A new cryptosystem using generalized Mersenne primes*, pages 77-83.
- Sara D. Cardell and Joan-Josep Climent, *Recovering erasures by using MDS codes over extension alphabets*, pages 85-95.

5.2 Noticias de RedIUM



El pasado 26 de febrero tuvo lugar en el Instituto Universitario de Física Fundamental y Matemáticas de la Universidad de Salamanca la reunión anual de la Red de Institutos Universitarios de Matemáticas (RedIUM), a la que asistieron los directores del IMAC (Castellón), IMACI (Castilla La Mancha), IMAT (Santiago de Compostela), IMI (Complutense de Madrid), IMUB (Barcelona), IMUS (Sevilla), IMUVA (Valladolid), IUFFyM (Salamanca) e IUMPA (Politécnica de Valencia). Como es habitual en estas reuniones, también participaron el gestor del Plan Nacional de Matemáticas, Alfonso Gordaliza, así como con el Coordinador del área de Matemáticas de la ANEP, Andrei Martínez-Finkelshtein. En la reunión, además del informe del Coordinador, el informe económico sobre la gestión de la ayuda del Ministerio en la convocatoria de Redes Temáticas 2014 y el informe del Gestor del Programa Nacional de Matemáticas y del Coordinador del área de Matemáticas de la ANEP, se trató el final del proyecto de creación del

Instituto Español de Matemáticas, la posibilidad de solicitar una Red Estratégica de Matemáticas a través de RedIUM, la participación de RedIUM en el Comité Español de Matemáticas, la organización de actividades conjuntas y las estancias cortas de investigadores posdoctorales. Además, se renovó el equipo coordinador, que pasa a estar formado por José Bonet Solves, Tomás Chacón Rebollo y Carlos Tejero Prieto (coordinador).

6 Socios Institucionales de SēMA



- Banco Santander (Socio de Honor)
- Basque Center for Applied Mathematics (BCAM)
- Centre de Recerca Matemàtica (CRM)
- Iberdrola
- Libros Guijarro
- Dep. de Matemáticas (Facultad de Ciencias, Univ. Autónoma de Madrid)
- Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT)
- Dep. de Matemáticas (Escuela Politécnica Superior, Univ. Carlos III de Madrid)
- Dep. de Matemática Aplicada (Facultad de CC. Matemáticas, Univ. Complutense de Madrid)
- Dep. de Matemáticas (Facultad de Ciencias, Univ. de Cádiz)
- Dep. de Matemática Aplicada y C. de la Computación (E.T.S.I. Industriales y de Telecomunicación, Univ. de Cantabria)
- Dep. de Matemáticas, Estadística y Computación (Facultad de Ciencias, Univ. de Cantabria)
- Dep. de Matemáticas (E.T.S.I. Industriales, Univ. de Castilla-La Mancha)
- Instituto de Matemática Aplicada a la Ciencia y la Ingeniería (IMACI) (E. T. S. de Ingenieros Industriales, Univ. de Castilla-La Mancha)
- Dep. de Informática y Análisis Numérico (Facultad de Ciencias, Univ. de Córdoba)
- Dep. de Matemática Aplicada (Facultad de Ciencias, Univ. de Granada)
- Dep. de Matemáticas (Facultad de Ciencias Experimentales, Univ. de Huelva)

- Dep. de Matemáticas (Facultad de Informática, Univ. de La Coruña)
- Dep. de Análisis Matemático (Facultad de Matemáticas, Univ. de La Laguna)
- Dep. de Matemáticas (E.I. Industrial e Informática, Univ. de León)
- Dep. de Matemática (Escuela Politécnica Superior, Univ. de Lleida)
- Dep. de Análisis Matemático (Facultad de Ciencias, Univ. de Málaga)
- Dep. de Matemáticas (Facultad de Ciencias, Univ. de Oviedo)
- Facultad de Ciencias (Univ. de Oviedo)
- Dep. de Matemática Aplicada (Facultad de Ciencias, Univ. de Salamanca)
- Dep. de Matemática Aplicada (Facultade de Matemáticas, Univ. de Santiago de Compostela)
- Facultad de Matemáticas (Univ. de Santiago de Compostela)
- Dep. de Ecuaciones Diferenciales y Análisis Numérico (Facultad de Matemáticas, Univ. de Sevilla)
- Facultad de Matemáticas (Univ. de Sevilla)
- Dep. de Matemática Aplicada II (E.S. Ingenieros, Univ. de Sevilla)
- Dep. de Matemática Aplicada (Univ. de Valencia)
- Dep. de Matemática Aplicada II (E.T.S.I. Telecomunicación, Univ. de Vigo)
- Dep. de Matemática Aplicada I (E.T.S.I. Telecomunicación, Univ. de Vigo)
- Dep. de Matemática Aplicada (Univ. de Zaragoza)
- Dep. de Matemática Aplicada, Estadística e Investig. Operativa (Facultad de Ciencias, Univ. del País Vasco)
- Dep. de Matemática Aplicada I (E.T.S.I. Industriales, Univ. Nacional de Educación a Distancia)
- Dep. de Matemática Aplicada y Estadística (E.U.I.T. Civil y Naval, Univ. Politécnica de Cartagena)
- Dep. de Matemática e Informática Aplicadas a la Ingeniería Civil (E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos, Univ. Politécnica de Madrid)

- Dep. de Matemática Aplicada a la Ingeniería Aeroespacial (E.T.S.I. Aeronáuticos, Univ. Politécnica de Madrid)
- Dep. de Matemática Aplicada a la Arquitectura Técnica (E.U. Arquitectura Técnica, Univ. Politécnica de Madrid)
- Dep. de Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información (E.T.S.I. Telecomunicación, Univ. Politécnica de Madrid)
- Dep. de Matemática Aplicada (E. U. de Ingeniería Técnica Industrial, Univ. Politécnica de Madrid)
- Dep. de Matemática Aplicada (Univ. Politécnica de Valencia)
- Institut de Matemàtiques i Aplicacions de Castelló (IMAC, Universitat Jaume I)
- Instituto de Matemática Multidisciplinar (IM2, Univ. Politècnica de València)
- Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada (IUMPA, Univ. Politècnica de València)
- Dep. de Ingeniería Matemática e Informática (Univ. Pública de Navarra)

Boletín Electrónico de la Sociedad Española de Matemática Aplicada SĒMA

Editores

Fernando Casas (U. Jaime I)
Vicente Martínez (U. Jaime I)

Comité Editorial

R. Bru (U. Politècnica de València)	M.P. Calvo (U. de Valladolid)
J. Moro (U. Carlos III)	D. Gómez (U. de Santiago)
J.L. García Guirao (U.P. Cartagena)	I.A. García (U. de Lleida)
C. Gorria (U. del País Vasco)	F. Ortegón (U. de Cadiz)
L. Rández (U. de Zaragoza)	S. Amat (U.P. Cartagena)
S. Busquier (U.P. Cartagena)	J.A. Murillo (U.P. Cartagena)
M. Moncayo (U.P. Cartagena)	

Página web de SĒMA

<http://www.sema.org.es/>

e-mail

boletin@sema.org