
Investigación Operativa

SEIO and the history of OR in Spain

Laureano F. Escudero Bueno

Dpto. Estadística e Investigación Operativa
Universidad Rey Juan Carlos
laureano.escudero@urjc.es

Marco Antonio López Cerdá

Dpto. Estadística e Investigación Operativa
Universidad de Alicante
✉ marco.antonio@ua.es

Abstract

In this article we pay tribute to OR Spanish pioneers, both theoreticians and practitioners, and we make a resemblance of the origins of the Spanish Statistics and Operations Research Society (the Spanish acronym is SEIO). We present some highlights of SEIO in relation to OR, as the journal TOP, the research prize Ramiro Melendreras, and we enumerate the main lines of current research in Spain. Finally, we provide some tables showing the impressive evolution in number of published papers in prestigious journals by Spanish researchers, individually and classified according to the 2010 AMS Subject Classification.

Keywords: Operations Research, Mathematical Optimization, SEIO, Spanish OR pioneers, current OR research lines in Spain.

AMS Subject classifications: 90-03.

1. El ámbito de la Investigación Operativa

Uno de los autores de este trabajo, Laureano Escudero (LE), publicó un artículo en BEIO 25-2 (2009), 130–143, algunos de cuyos párrafos consideramos oportuno reproducir aquí. En dicho trabajo se mencionaba que la Investigación Operativa (IO, abreviadamente) es una disciplina cuya mayor razón de ser consiste en ayudar al empresario o al administrador público en la toma de buenas decisiones en su correspondiente entorno operativo, y ello se hace mediante la aplicación del método científico. De ahí el incuestionable valor social de la IO, más allá de su interés científico. Así, por ejemplo, la IO se ocupa de estudiar de

forma científica la logística del transporte, la producción, la compra de materiales, la gestión de stocks, las políticas de recursos humanos y de inversiones, entre muchas otras actividades. Mediante la elaboración de modelos matemáticos adecuados, se muestran las posibles alternativas de que dispone el decisor, de forma que pueda elegir una entre ellas que produzca resultados óptimos, o por lo menos satisfactorios, y de acuerdo con uno o varios criterios de utilidad.

La IO se ha desarrollado de forma distinta en cada país, adaptándose a sus peculiares circunstancias y a las características de sus respectivas industrias. Por ejemplo, en EEUU, Canadá y Europa, el sector de los transportes funcionaría de forma muy distinta sin el uso de los métodos de IO que se aplican hoy en día. Es así como las grandes compañías de aviación comercial utilizan las herramientas suministradas por la IO para planificar y coordinar sus recursos, tales como tripulaciones, mantenimiento de los aviones, las escalas a realizar, la planificación de los vuelos, etc. Es evidente, pues, que las aplicaciones de la IO que se han realizado en el área de los transportes han tenido espectaculares repercusiones.

En un entorno global, en el que las decisiones hay que tomarlas con extrema precaución dada su trascendencia, especialmente en estos tiempos de crisis económica generalizada, cada vez tienen mayor repercusión aspectos tales como el tamaño de las compañías, así como la posibilidad de fusiones y alianzas. Es por ello que la IO es pieza clave en la actividad diaria y en la evolución futura de las empresas y de las organizaciones. Frente a la situación de adquirir nueva maquinaria e invertir en nuevas sedes, o penetrar en otros mercados, lo que sin duda afectará a la evolución de la compañía a largo plazo, resulta muy difícil hacer previsiones fiables sobre el aumento del costo de los combustibles y sobre otras vicisitudes que influirán obviamente en los resultados de las decisiones tomadas por los responsables de la organización. Sin embargo, la aplicación de la IO permite adelantarse y estimar el conjunto de escenarios que pueden presentarse y elegir la mejor opción de respuesta tras el correspondiente análisis riguroso de las diferentes opciones. Procede puntualizar, no obstante, que la aplicación de métodos de IO debe ser un instrumento importante, pero nunca sustituir a la experiencia del decisor.

La organización del artículo es como sigue. En la sección 2 se hace una revisión histórica del desarrollo de la IO en España, vinculándola a la historia de la SEIO, y se rinde tributo a sus pioneros, así como a algunos de los primeros investigadores que desarrollaron las primeras aplicaciones de la IO en España. En esta primera sección también se incluye una mención a las revistas españolas de IO, y se hace una semblanza del Prof. Ramiro Melendreras así como una breve reseña del premio de investigación que lleva su nombre. La sección 3 presenta sucintamente las principales líneas de investigación en las que actualmente trabajan los investigadores operativos españoles. La sección 4 está dedicada a presentar brevemente los sectores de actividad en los que actualmente se está utilizando la IO. La sección 5 presenta tablas relativas a los artículos de IO publicados

por autores españoles (según las universidades de procedencia), clasificados por temas (según la 2010 AMS Subject Classification), y registrados en las bases de datos MathSciNet y Web-of-Science. La sección 6 analiza el protagonismo que la IO ha tenido dentro del ámbito general de las matemáticas españolas. Finalmente, la sección 7 insiste en que uno de los objetivos de la SEIO es incrementar la relación con la industria, y anima a los socios de la SEIO a colaborar en este objetivo a través de la recién creada Comisión de Relaciones con las Empresas (CORE).

2. La IO en España y su vinculación con la SEIO

2.1. Los orígenes

La SEIO es una de las escasas sociedades científicas en las que han convivido en perfecta armonía la Estadística y la IO, armonía que sólo se ha visto perturbada de forma episódica como consecuencia de las crisis de crecimiento de la propia sociedad. El protagonismo que la IO ha tenido en la vida de la SEIO en ningún caso puede considerarse de inferior rango al de la Estadística. Históricamente ha habido en la SEIO una cierta alternancia entre presidentes procedentes del ámbito de la Estadística y de la IO.

El primer presidente de la SEIO fue D. Fermín de la Sierra, a quién sucedió el Prof. Sixto Ríos García, quien asumió la presidencia durante la V Reunión Nacional de Investigación Operativa celebrada en Madrid los días 28 al 30 de Abril de 1970. Las aportaciones del Prof. Ríos a la IO fueron decisivas para su desarrollo en España, así como para la incorporación de esta disciplina a los planes de estudio de numerosas universidades españolas. Su figura y contribuciones científicas han sido glosadas por muchos autores tras su desaparición en Julio del 2008. Destacaríamos aquí el artículo “Sixto Ríos García: el matemático que impulsó la Estadística española en el siglo XX”, por María del Carmen Escribano Ródenas y Ana I. Busto Caballero, publicado en La Gaceta de la RSME, 12-2 (2009) 369–391, y que a nuestro juicio es el que mejor refleja la trayectoria y logros profesionales de esta insigne figura de las matemáticas españolas.

La clarividencia del Prof. Ríos en relación con el papel que la Estadística y la IO debían protagonizar en aquellos años, y su actitud ante cuestiones tan actuales hoy en día como la transferencia científica, se evidencian en estos párrafos extraídos de su discurso de apertura de la XII Reunión Nacional de la SEIOEI, discurso pronunciado en Jaca el 24 de Septiembre de 1980:

“Ello nos lleva a señalar algunos objetivos en que nuestra SEIOEI puede trabajar decisivamente y cuyo logro supondrá mejoras efectivas para nuestras actividades tanto de profesores o investigadores como de profesionales:

1°) Un reconocimiento de la necesidad de profesionalizar y colegiar nuestras actividades, que cada vez van siendo más especializadas desde el punto de vista de la formación universitaria, como lo prueban la creación específica de las

licenciaturas en Estadística, en Investigación Operativa, en Informática a nivel superior, y a nivel medio, los Diplomas de las Escuelas Universitarias de Estadística, y de acuerdo con lo que se viene haciendo en muchos países.

2º) Una mayor relación de la universidad con la industria y con los organismos de la administración productores de estadísticas (a cuya cabeza figura el INE).

3º) Un apoyo mucho mayor de la administración y la industria para el desarrollo de contratos básicos de investigación con las universidades a través de institutos universitarios.

4º) Una superior receptividad de la Universidad para modelar su docencia de acuerdo con las necesidades prácticas actuales y futuras de nuestras empresas públicas y privadas.

5º) Un incremento importante de los intercambios de becarios, profesores y profesionales, con largas estancias en el extranjero, y de los extranjeros en España, que permitan una ósmosis de formaciones que contribuirá decisivamente a la elevación de nuestro nivel general.

6º) Un reforzamiento del sistema de relaciones públicas en nuestra sociedad que permita despertar el interés de muchos individuos por nuestras actividades, que los lleve finalmente a integrarse con nosotros, logrando una mayor influencia de la misma en la deseada elevación del nivel económico-social de nuestro país.”

Lo que sucedió en España, en relación con el impacto de la IO en la industria, es que grandes empresas comenzaron a reconocer en aquellos años la importancia de la modelización y de la optimización de sus procesos de producción. Ello podía apreciarse a través de la presencia notoria de sus técnicos en los congresos de la SEIO, técnicos que pertenecían a gabinetes creados en el seno de la empresa para la aplicación de las técnicas de IO. En los primeros años podemos citar, de forma no exhaustiva, a Campsa (ahora CLH), Repsol y Butano (cuyo artífice principal fue nuestro malogrado y querido Paco Quintana), Iberia (cuyos esfuerzos estaban canalizados a través de José Luís Gascó), Altos Hornos de Vizcaya (cuyo entusiasta artífice principal fue nuestro malogrado y querido Luis Yu Chuen-Tao), Cepsa (con un gran equipo dirigido por Josep Borrell y, posteriormente, por Sergio Barba-Romero y Daniel Villaba, entre otros), Banco Popular (cuyo principal exponente fue Rafael Pro), SEAT (a través de Ramón Companys y Jaume Barceló), IBM (con un equipo formado por María Juana de Lucas, Antonio Vázquez Muñoz y LE), la Administración Pública (con equipos dirigidos por Josep M. Vegara en la Generalitat, y Josep Borrell y José María Giró en diversos ministerios y CCAA, asesorados en ocasiones por Sergio Barba-Romero, Jaume Barceló y LE), Renfe (equipo dirigido formidablemente por Juan Domínguez, en un entorno muy difícil dada la dificultad de los problemas abordados), Telefónica (con su equipo propio, apoyado por la ETSIT, hoy día integrada en la UPM), y tantos otros pioneros que no podemos citar por las naturales limitaciones sobre la extensión de este artículo. Es sintomático que todas las personas mencionadas han tenido, antes o después, una gran actividad

docente en los Dptos. de Estadística e IO (con este nombre casi siempre, o con nombres similares en otros centros, principalmente en la Escuelas de Ingeniería), y han ido creando equipos cuyos integrantes forman parte del nutrido colectivo de científicos españoles consagrados a la disciplina de la IO.

Procede finalmente destacar el trabajo de asesoramiento al sector eléctrico español en temas de IO, en particular a Red Eléctrica Española, Hidroeléctrica Española (luego Iberdrola, y cuyo exponente principal fue José Luís de la Fuente), Fecsa (luego en el ámbito de ENDESA), Iberduero (luego Iberdrola, cuyo grupo de estudio fue liderado por Jaime Echevarría), Iberdrola, Endesa, Unión Eléctrica Fenosa (luego Gas Natural - Fenosa), Hidroeléctrica del Cantábrico, Unosa, OMEL, etc., de los departamentos de Estadística e IO e Ingeniería Eléctrica de las Universidades Politécnicas y por equipos comandados por Antonio J. Conejo (UCLM), Narcis Nabona y F. J. Heredia (UPC), J. I. Pérez Arriaga y Andrés Ramos (UP de Comillas), F. J. Prieto (UC3M) y LE, entre otros. Estos equipos han desarrollado algoritmos e implementado aplicaciones para una mejor utilización, tanto de los sistemas generadores de electricidad como de la redes de transmisión y distribución, primero en el sistema centralizado español y posteriormente en el mercado eléctrico. Nos consta que estas aplicaciones de la IO se han transferido con éxito a varios países latinoamericanos y a algunos europeos, habiéndose publicado un gran número de trabajos en las prestigiosas revistas de IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), principalmente.

Desde el punto de vista de la formación es justo reconocer la labor desarrollada en aquellos años por la Escuela de Organización Industrial (EOI) de Madrid, fundada en 1955, y que fue la primera escuela de negocios de España y una de las primeras de Europa. Profesores de la EOI fueron, en los años setenta, Jaime Terceiro y Daniel Peña.

Los últimos años 70 y primeros de los 80 del siglo XX fueron testigos del declive de estos grupos de IO, debido fundamentalmente a la crisis económica que se vivió en aquellos años y al proceso de transformación estructural de la economía española (ver las Actas del 9º congreso de IFORS celebrado en Hamburgo en 1981). En los últimos 25 años este grupo de pioneros de las aplicaciones de la IO ha ido siendo reemplazado, en bastantes casos, por los grupos de IO de la universidad española, mediante la prestación de asesoramiento riguroso y de alto nivel científico, tanto a las empresas como a la administración (ver sección 4).

También era notoria la participación en las actividades de la SEIO de los gabinetes de IO militar (JIMO, CIMO, CADIMO, etc), prácticamente todos ellos coordinados por Ricardo Torrón, un destacado y activo miembro de la SEIO, de la que llegó a ser vicepresidente, y que alcanzó, en su carrera militar, el grado de general del Ejército Español. Algunos investigadores procedentes de la universidad colaboraron con estos gabinetes, impartiendo cursos específicos dirigidos a su personal, y participando con éxito en algunas de sus convocatorias como el

Premio de IO “General Fernández Chicarro”, cuya primera edición tuvo lugar en 1986. Se instituyó la concesión de este premio con el objetivo de intensificar, difundir y premiar el esfuerzo investigador, tanto a título individual como de forma colectiva, en los campos estratégico, táctico, orgánico, logístico y administrativo de la Defensa Nacional. Por otro lado se reconocía la labor del Intendente de la Armada D. Mateo Fernández-Chicarro de Dios en el afianzamiento de la IO como actividad científica esencial para la toma de decisiones en el ámbito de las misiones encomendadas a los Ejércitos. Es de justicia señalar que fueron más de 200 ponencias las que se presentaron al congreso RIMA (Reunión de Investigación Militar Operativa) en 1985, así como la concesión a algunos miembros de la SEIO de la Cruz al Mérito Aeronáutico con Distintivo Blanco, Primera Clase, por el Ministerio de Defensa, en reconocimiento al apoyo desinteresado prestado al Ministerio en su actividad en el campo de IO; tal era la relación intensa de miembros de la SEIO con la Administración Pública.

Figuras destacadas de la IO en los años sesenta fueron, además del Prof. Ríos, los Profs. J. Torrens-Ibern y E. Chacón S.J., quienes, además de su contribución a la divulgación de la IO en aquellos años, impartieron cursos de control estadístico de calidad a cientos de alumnos en Madrid, Barcelona, y Bilbao (Universidad de Deusto), respectivamente, propiciando terreno abonado para la aplicación de los métodos estadísticos y de la IO en la industria. La industria auxiliar de las fábricas de armamento fue una de las pioneras en introducir dichas técnicas en sus procesos productivos.

En relación con la figura del Prof. Sixto Ríos, remitimos al lector al mencionado artículo de María del Carmen Escribano Ródenas y Ana I. Busto Caballero. La influencia del Prof. Ríos en el desarrollo de la IO en España se hizo manifiesta en múltiples direcciones, pero la más significativa, a nuestro entender, fue su capacidad para crear escuela y, a través de ella, influir en el futuro de la universidad española. La generación de catedráticos que ganaron sus cátedras en los años 50-70 del siglo pasado, que contribuyeron con su esfuerzo y dedicación a la configuración de los actuales departamentos de Estadística e IO, que fueron el germen del posterior florecimiento de la investigación en este país, padres científicos de los actuales investigadores, y que hicieron por sí mismos destacables aportaciones al desarrollo de nuestra disciplina, proceden en su inmensa mayoría de la escuela creada por el Prof. Ríos o fueron colaboradores suyos en la Universidad Complutense. Queremos recordar aquí, a sabiendas de incurrir en omisiones imperdonables, a los Profs. Zoroa Terol, Gutiérrez Cabria, Martín Díaz, Béjar Álamo, Pro Bermejo, Yáñez de Diego, Cano Sevilla, Infante Macías, Sánchez García, Melendreras Gimeno, Girón González-Torre, Gil Álvarez, Ibarrola Muñoz, Quesada Paloma, Vélez Ibarrola, Gómez-Villegas, Pardo Llorente, etc.

El Prof. Joaquim Torrens-Ibern, nacido en Torredembarra en 1909, inició en 1957 una colaboración con el Instituto de Economía de la Empresa y puso en

marcha, patrocinado por dicho Instituto, el Seminario de Estadística Aplicada e Investigación Operativa. Exiliado en Francia en el año 1939, regresó a Barcelona en 1949. A partir de 1959, año en el que se crea la Escuela de Administración de Empresas (centro que ofrece cursos de postgrado), y hasta su inesperada muerte en 1975, impartió cursos, de gran aceptación entre sus alumnos, de Técnicas Matemáticas de Dirección, de 'Business Games', y de Dirección de la Producción. En esos años se convirtió en impulsor de diversas iniciativas ligadas al campo de la Estadística y, muy particularmente, de muchas acciones relacionadas con el mundo de la empresa, a través de los nuevos instrumentos que la IO aporta a la mejora de su gestión como la teoría de juegos, de colas, stocks, control de calidad, etc. En 1962 crea la revista Cuadernos de Estadística e Investigación Operativa, considerada como una de las dos publicaciones pioneras en España en temas de nuestra disciplina. En 1963 publicó un libro titulado *Elementos de Investigación Operativa*. El Prof. Torrens-Ibern creó una escuela de investigadores operativos en la que destacaron los Profs. Ramón Companys y Manel Martí Recober (de la ETSII de la UPC) y, posteriormente, muchos de los impulsores docentes e investigadores en IO hoy día en Cataluña y, por ende, en España. En el año 1977 fue creada la Fundació Torrens-Ibern con el objetivo de promover el uso de la lengua y cultura catalanas en el ámbito científico-técnico.

Otro gran pionero de la Estadística e IO en España fue el Prof. Enrique Chacón Xerica, ingeniero de minas, y posteriormente jesuita. Tuvo que emigrar a la Universidad Católica de Lovaina; allí comenzó su actividad investigadora, no por vocación, sino por sentido de la obediencia, según él confesaría en numerosas ocasiones. A su vuelta a España, su congregación le destinó a la Universidad de Deusto para impartir enseñanza, primero de Estadística y, desde finales de los 50s, de Estadística e IO. A pesar de su vocación misionera (de la que pudieron dar fe las grandes barriadas de las márgenes de la ría de Bilbao, donde su actividad era legendaria), creó escuela, tanto en el País Vasco (donde se convirtió en el "consultor" más solicitado por sus antiguos alumnos), como en la ETSI de Minas de Madrid, de la que también fue catedrático. Fue un pionero en Estadística (sus cuatro libros sobre esta disciplina son ya clásicos, el primero editado en 1955), sobre todo en control estadístico de calidad y técnicas de muestreo, y en IO (autor del libro *Curso de Investigación Operativa*, Bilbao, 1968). En esta disciplina destacó por su método denominado *simétrico* para optimización lineal, sus estudios sobre las técnicas PERT con incertidumbre en la duración de las actividades, y por sus investigaciones en los comienzos de la optimización estocástica, a finales de los 60 y principios de los 70. Chacón fue un asiduo de los primeros congresos de IFORS (International Federation of Operations Research Societies), de los ISMP (International Symposium on Mathematical Programming), congresos que fueron la base para la fundación de la Mathematical Programming Society (hoy denominada MOS) y de su buque insignia, la revista *Mathematical Programming*, en 1970. Dada esta actividad internacional, no es de extrañar que

coincidiera con el Prof. Ríos, con el que le unía una estrecha amistad, en que era fundamental dar cobertura científica e institucional a los rigurosos trabajos teóricos hechos en la universidad, así como los trabajos de carácter práctico desarrollados en la industria, mediante la creación de la SEIO.

Se consideraba que la SEIO serviría además para reforzar la proyección internacional, algo escasa en aquellos años, de los investigadores españoles, mediante la pertenencia a sociedades internacionales y federaciones como IFORS, y posteriormente a EURO (Association of European Operational Research Societies) y a ALIO (Asociación Latino-Americana de IO), de las que la SEIO es sociedad fundadora, y que se crearon 14 y 20 años más tarde, respectivamente. Aquellos pioneros pusieron las bases de lo que la SEIO y la IO son y representan hoy día en España.

Esta breve panorámica de los orígenes de la IO en España, en particular en el País Vasco, quedaría incompleta sin la mención especial del Prof. Fernando Fernández de Troconiz, catedrático de la ETSII (hoy incorporada a la Universidad del País Vasco, UPV/EHU) y del profesor José P. Vilaplana, Facultad de Ciencias de la propia UPV/EHU, quienes dirigieron grupos algunos de cuyos miembros ocupan hoy destacados puestos en la industria vasca y en el mundo investigador y docente de la IO en el País Vasco, con gran proyección internacional, tanto científica como en el contexto de las aplicaciones de la IO.

2.2. TOP, Qüestiió y SORT

En 1950 el volumen de artículos que recogían las investigaciones que en España se estaban haciendo justificó la creación por el CSIC, y a instancia del Prof. Ríos, de la revista Trabajos de Estadística e Investigación Operativa, cuyo primer director fue el propio Ríos. Esta revista es el precedente de las actuales TEST (<http://www.seio.es/TEST.html>) y TOP (<http://www.seio.es/TOP.html>) de la SEIO, publicadas por Springer, e indexadas en el OR/MS Journal Citation Reports (JCR) en meritorios puestos dentro del correspondiente ranking. Podemos afirmar que ambas revistas, su evolución y posterior inclusión en el JCR, constituyen un fiel reflejo de la evolución de nuestras disciplinas en los últimos 50 años, sobre todo desde la perspectiva de la investigación. Algunos opinamos que deben ser consideradas como la mejor tarjeta de visita de la SEIO, en tanto que son sus embajadoras en el contexto científico internacional.

La revista TOP surge de la transformación de Trabajos de Investigación Operativa, revista que resultó de un desdoblamiento de Trabajos de Estadística e Investigación Operativa, publicada entre 1986 y 1992, de la que fue director Marco A. López Cerdá (ML). Los editores de TOP han sido Jaume Barceló y LE (1993-2000), Ignacio García-Jurado y ML (2001-2006), y Emilio Carrizosa y Justo Puerto (2007-). De acuerdo con la base de datos de MathSciNet, TOP ha publicado 319 artículos desde su creación, de los cuales sólo 146 corresponden a autores españoles, es decir, su nivel de internacionalización es altamente

satisfactorio.

Simultaneando con Trabajos de Estadística e Investigación Operativa (aunque creada con posterioridad) en el año 1977 se comenzó a editar en Barcelona la revista *Qüestiió* (*Quaderns d'Estadística i Investigació Operativa*), cuyos impulsores principales fueron Jaume Barceló, Albert Corominas, Xavier Berenguer y Carles Cuadras, entre otros. Es de destacar que *Qüestiió* nace para llenar el vacío que dejó Cuadernos de Estadística e Investigación Operativa al dejar de publicarse después de la muerte del Prof. Torrens-Ibern. La sucesora de *Qüestiió* (hasta el punto de haber respetado su numeración) es la revista SORT (*Statistics and Operations Research Transactions*), indexada desde 2009 en el OR/MS JCR, siendo C. Cuadras su director. *Qüestiió* y SORT son publicaciones del INDESCAT (*Institut d'Estadística de Catalunya*); SORT está asimismo patrocinada por las tres universidades de Barcelona y la de Girona.

La Sociedad también publica esta misma Revista de divulgación científica, BEIO, con contenidos de Investigación Operativa.

2.3. El Premio Ramiro Melendreras

El Prof. Ramiro Melendreras Gimeno, uno de los discípulos predilectos del Prof. S. Ríos, fue catedrático de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Murcia y, con anterioridad, de las Universidades de Santiago de Compostela y de Granada. Su brillante labor investigadora giró en torno a la optimización matemática, aunque también hizo aportaciones en campos tan diversos como los problemas de selección de la cartera, decisión multicriterio, teoría de la información y teoría de juegos.

Ramiro Melendreras falleció en 1983 a la edad de 38 años. Un año después, en 1984, la SEIOEI, en colaboración con la Fundación Ramiro Melendreras, instituyó el Premio Ramiro Melendreras al mejor trabajo presentado por un joven investigador en cada congreso de la sociedad. Los aspirantes, menores de 30 años, debían presentar en el congreso un trabajo inédito y el jurado era el propio Comité de Programa del congreso.

La primera edición del premio correspondió al XIV Congreso, celebrado en Granada en 1984, y el ganador en aquella ocasión fue Wenceslao González Mantega, de la Universidad de Santiago de Compostela. Durante este periodo ha habido 19 convocatorias del premio. Los primeros trabajos premiados se publicaron en las revistas de la SEIO, antes de su transformación en TEST y TOP. Un buen número de ganadores son actualmente catedráticos de universidad, lo que avala el alto nivel que ha mantenido el premio desde su creación, y contribuye a mantener viva la memoria de este excelente universitario que fue Ramiro Melendreras. El Prof. Domingo Morales publicó una exhaustiva historia del Premio Ramiro Melendreras que incluye una reseña de cada uno de los 15 trabajos premiados hasta dicha fecha (ver BEIO 21-1 (2005) 26–30).

2.4. Los grupos de trabajo

Uno de los elementos más dinamizadores de la SEIO son los grupos de trabajo. Estos grupos tienen un gran protagonismo en la vida de las grandes sociedades y asociaciones científicas, como sucede por ejemplo en EURO (ver <http://www.euro-online.org>). Los grupos de trabajo de la SEIO actúan como núcleo cohesionador de investigadores en diversas líneas de trabajo. Cuatro de ellos pueden considerarse vinculados a la IO, son los de Teoría de Juegos, Teoría de la Localización (GELOCA), Teoría de la Decisión Multicriterio y Enseñanza de la Estadística e IO. Su creación debe ser, obviamente, aprobada por el Comité Ejecutivo, y nos consta que en estos momentos se está programando la creación de nuevos grupos. Los grupos tienen reuniones científicas regulares, en ocasiones enmarcadas en los mismos congresos de la SEIO, y algunos de ellos han dado origen a redes temáticas de gran relevancia como la Red de Localización. Su embrión fue el grupo GELOCA, que a su vez forma parte del grupo de trabajo de EURO denominado EWGLA.

3. Líneas de investigación actuales

Hoy en día existen grupos de investigación dedicados a la IO, principalmente a la optimización matemática, en muchas universidades españolas. Algunos de estos grupos desarrollan una investigación de carácter teórico, mientras que otros muestran un mayor interés en las aplicaciones, o en cuestiones algorítmicas y metodológicas. Un indicio común del alto nivel de tales grupos, y de su proyección internacional, es su activa presencia en foros internacionales como los grupos de trabajo de EURO (de la que LE fue presidente en el periodo 2003-2004) tales como EWGLA en location analysis, ECCO en optimización combinatoria, EUROPT en optimización continua, etc., y su participación activa en la organización de eventos científicos internacionales, tales como EURO/INFORMS (organizada por la SEIO, en Barcelona, 1997, habiendo sido Jaume Barceló [DEIO de la UPC] el presidente del Comité Organizador), EUROPT (del que ML ha sido Chair en el periodo 2008-2010), APMOD (cuya edición del año 2006 se celebró en Madrid, siendo Antonio Alonso-Ayuso [DEIO de la URJC] y Andrés Ramos [ITT de la UP de Comillas] los presidentes del Comité Organizador), CMS, CLAIO, los congresos de metaheurística y multicriterio, y las conferencias trienales de IFORS (cuya 20^a edición será organizada por la SEIO, en Barcelona, los días 13-18 de julio de 2014, siendo Elena Fernández [DEIO de la UPC], la presidenta del Comité Organizador), ISMP e ICSP (International Conference on Stochastic Programming), etc. Estos grupos académicos de IO tienen una intensa actividad científica, como acreditan sus numerosas publicaciones en revistas científicas internacionales de prestigio (ver sección 5), y su participación destacada en proyectos de I+D+i nacionales y europeos (en colaboración con empresas e instituciones), así como en el proceso de “pier-to-pier review” en la

mayoría de las revistas indexadas en el OR/MS JCR. Con frecuencia algunos de nuestros investigadores son editores o co-editores invitados en números especiales (monográficos) de algunas de esas revistas tales como European Journal of Operational Research (EJOR), Annals of Operations Research (ANOR), Mathematical Programming, IEEE Transactions on Power Systems, etc.

La nominación como Doctores Honoris Causa de ilustres especialistas en IO (el Prof. Lotfi Zadeh (1995) por la Universidad de Oviedo, los Profs. William W. Cooper (1995), Tyrrell Rockafellar (2000) y Boris Mordukhovich (2009) por la Universidad de Alicante, y el Prof. Egon Balas (2002) por la Universidad Miguel Hernández de Elche, entre otros) son también indicadores significativos de la internacionalización de nuestros grupos.

A continuación se describen las principales líneas de investigación de estos grupos, algunas de carácter teórico, y otras más enfocadas a temas algorítmicos y con una mayor orientación hacia la modelación y las aplicaciones. La mayor parte de las líneas de investigación que se describen a continuación se caracterizan por su importante potencial de transferencia tecnológica. El orden en su presentación es el alfabético.

La disciplina de Optimización Matemática, en la que se ha avanzado enormemente en los últimos treinta años, tiene todavía numerosos campos de investigación teóricos y algorítmicos abiertos, y ello es debido, en gran parte, a la mayor complejidad de los problemas reales que los motivan, complejidad que sin duda surge de las múltiples dualidades entre problemas estáticos/dinámicos, lineales/no lineales, continuos/discretos, combinatorios/mixtos, deterministas/estocásticos, uniobjetivo/multiobjetivo, etc.

1. **Data envelopment analysis (DEA).** El DEA es una disciplina de la IO consagrada a la estimación de fronteras de producción en la medición de la eficiencia de ciertos comportamientos u observaciones. La metodología difiere fundamentalmente de la basada en el uso de mínimos cuadrados ordinarios (OSL es el acrónimo inglés) en que, en esta, la comparación se efectúa en relación con un valor estimado, mientras que en el DEA, en cambio, se identifica la “frontera eficiente” así como la distancia a dicha frontera de las observaciones a estudiar. Es una metodología reciente cuyo desarrollo va *in crescendo*. Los instrumentos que utiliza están basados en optimización matemática, al servicio del desarrollo de nuevas metodologías de detección de observaciones influyentes sobre la eficiencia de otras. Eventualmente se considera la incertidumbre de los parámetros y, en ocasiones, se utiliza la optimización nebulosa.
2. **Diseño de rutas óptimas de vehículos.** Comporta nuevos retos matemáticos a la vez que resuelve importantes problemas reales. En la actualidad es posible resolver óptimamente problemas de grandes dimensiones

(con grafos asociados de más de veinte mil nodos) gracias, no tanto a los avances informáticos (que sin duda han contribuido de forma importante), como a las investigaciones matemáticas del poliedro asociado a las soluciones factibles. La combinatoria poliédrica se ha revelado como una herramienta fundamental para la resolución de estos complejos problemas de optimización. Uno de los principales retos que se plantean en la sociedad actual es el establecimiento de sistemas que permitan un desarrollo sostenible. De otro lado, el ámbito de la movilidad afecta de manera fundamental a la mayoría de las actividades que se desarrollan hoy en día. Por tanto, el análisis del diseño y la mejor utilización de sistemas para la movilidad sostenible se convierten en objetivos fundamentales. Formalmente, muchos de los problemas que se plantean en las tomas de decisiones en este contexto son problemas de optimización matemática. Es interesante notar que, a nivel estratégico, a menudo deben tomarse decisiones sobre la mejor ubicación de unos centros de servicio mientras que, a nivel operacional, muchas decisiones se refieren al diseño de rutas de vehículos. Las consideraciones relativas al desarrollo sostenible de los sistemas plantean nuevas alternativas en el ámbito de la distribución y del transporte que dan lugar a problemas en este área, problemas que previamente no han sido estudiados y que es necesario abordar.

- 3. Fenómenos de espera. Teoría de colas y simulación.** Los fenómenos de espera son una constante en la vida cotidiana, tanto a nivel individual como institucional. Como ejemplos puramente ilustrativos podemos citar las colas ante una ventanilla a nivel individual, el tiempo de espera de una institución a que su proveedor le sirva un producto o servicio, y la cola en una planta de producción de las operaciones a ejecutar en una maquinaria (e.g., robot, servicio, línea de ensamblaje, etc.). Desde los primeros tiempos, esta rama de la IO ha sido tratada de forma clásica por la teoría de colas en base a la distribución probabilística de las llegadas y del servicio y al número de servidores, entre otras características y limitaciones del fenómeno. Posteriormente, y con un gran cúmulo de temas de investigación asociados, la disciplina teoría de colas se centra en tratar teóricamente redes de elementos cuyos servidores pueden a su vez tener colas (network queueing del inglés). No obstante, existen complejos fenómenos de espera que, adicionalmente, precisan de otros instrumentos para ser analizados. Uno de estos instrumentos es la potente herramienta de la simulación, tanto en entornos continuos como en entornos discretos. La simulación permite modelizar hasta el mínimo, pero importante, detalle del sistema complejo a tratar, y estimar el impacto en el sistema de una solución proporcionada por otras disciplinas de la IO (como la misma teoría de colas o la optimización matemática), o incluso por el mismo usuario.

4. **Minería de datos.** Es un área emergente, a medio camino entre la informática, la inteligencia artificial y la estadística e IO, que diseña algoritmos con los que extraer, a partir de los datos, patrones comprensibles que generen conocimiento útil. Tiene importantes aplicaciones en genómica, medicina, telecomunicaciones, informática, finanzas, etc. Un posible enfoque en minería de datos es la utilización de métodos de optimización, fundamentalmente en el campo de la clasificación. En muchos casos, las variables son continuas, por lo que la utilización de métodos de puntos interiores proporciona resultados espectaculares para problemas de grandes dimensiones. Ejemplos paradigmáticos en este campo son las máquinas de vector soporte y los métodos de vecino más próximo.
5. **Modelización y optimización de problemas de grandes dimensiones.** Especialmente importantes son sus aplicaciones a problemas de nuestro entorno social. Un tema de permanente actualidad es el diseño de modelos entero-mixtos fuertes por la implicación que tienen en la disminución del esfuerzo computacional para obtener la solución óptima. Los métodos más idóneos en la optimización de problemas de gran dimensión son los algoritmos de descomposición, sin olvidar los algoritmos de puntos interiores (lineales y no lineales), cuya complejidad es polinomial. Un tema de gran interés y actualidad es su aplicación a la protección de datos estadísticos. Por lo que respecta a problemas lineales entero-mixtos de grandes dimensiones, los algoritmos de descomposición más utilizados son la relajación y descomposición lagrangeanas, la descomposición de Benders (dual del algoritmo de Dantzig-Wolfe), y la descomposición por planos de corte, en torno a los que todavía hay gran actividad científica. Últimamente han surgido diferentes algoritmos inexactos, entre los que cabe citar esquemas tipo “fix-and-relax” y “fix-and-cut”, los cuales proporcionan soluciones de gran calidad con un tiempo computacional razonable.
6. **Optimización estocástica.** Combina las ventajas de incorporar la incertidumbre de los modelos (mediante la representación en forma de árbol de posibles escenarios) y la capacidad para la modelización de la optimización matemática con variables enteras y continuas. Los modelos que resultan son de una dificultad extrema y no existen, hoy en día, métodos generales eficientes de resolución. Durante muchos años, debido a las dificultades computacionales que suponía introducir el riesgo de una mala decisión en los modelos matemáticos de optimización, estos se limitaban a utilizar, meramente, modelos deterministas. A tal efecto se reducía dicho riesgo mediante la sustitución de la información existente sobre esos parámetros inciertos por su valor esperado (i.e., promedio). En aquellos casos con una gran variabilidad en los datos inciertos, la decisión óptima proporcionada por el sistema optimizador del modelo era, probablemente, errónea e inclu-

so infactible. Desde finales de los 90s del siglo pasado se está considerando la incertidumbre de los parámetros estocásticos no sólo en el modelo, via análisis de escenarios, sino optimizando el valor esperado de la función objetivo y minimizando de forma ponderada el impacto de escenarios no deseados mediante una variedad de estrategias denominadas medidas de aversión al riesgo. Existen, hoy en día, muchos temas abiertos a la investigación en esta disciplina, desde la generación y oportuna reducción del árbol de escenarios representativos (donde la Estadística tiene un cometido muy importante), hasta el desarrollo algorítmico secuencial y paralelo (tanto en entornos con dos etapas como en entornos multietápicos).

7. **Optimización estructurada. Interacciones con la geometría.** A pesar de que la ausencia de diferenciabilidad es la principal dificultad en la optimización numérica, la no diferenciabilidad aparece casi siempre con forma estructurada (nos referimos por ejemplo, a problemas de programación semi-definida positiva, de minimización de abscisa espectral o, también, del tipo min-max). En concreto, para cada uno de los ejemplos mencionados se puede definir de forma natural una estructura de variedad diferenciable en el conjunto de diferenciabilidad de la función objetivo, de forma que, para cada punto de la variedad, las direcciones de no diferenciabilidad sean transversales. Trabajos previos han mostrado que la mayoría de algoritmos de tipo proximal identifican esta variedad en un número finito de iteraciones.
8. **Optimización global.** En los últimos años se han propuesto métodos numéricos eficientes como, por ejemplo, el método del ángulo de corte (“cutting angle method”), análogo al clásico algoritmo del plano de corte en optimización convexa. Su fundamentación teórica se basa en el “análisis monotónico”. El estudio de las funciones IPH (increasing and positively homogeneous), de las ICAR (increasing and convex along rays), y de las ICR (increasing and co-radiant) constituye el punto de partida del análisis monotónico, aparte de tener considerable interés en ciertas aplicaciones a la Economía Matemática. Otra familia de funciones notables en optimización global es la formada por “funciones d.c.”, esto es, que se pueden representar como diferencia de dos funciones convexas. El álgebra de funciones convexas es muy rico, pero no siempre es fácil obtener una tal descomposición de una función d.c. Una línea emergente de investigación se basa en explorar nuevas técnicas de descomposición d.c., y su aplicación en algoritmos numéricos de ramificación y acotación. Existen importantes aplicaciones a la Estadística y a la Ingeniería.
9. **Optimización lineal entera.** Las modernas implementaciones y desarrollos de algoritmos de descomposición del septuagenario método Simplex,

introducido por el Prof. George B. Dantzig, y su utilización natural en los algoritmos de “branch-and-cut-and-price” para optimización entera-mixta y, por tanto, en optimización estocástica entera-mixta (ver más abajo), todavía lo hacen imbatible, o al menos comparable, en numerosos campos de aplicación en los que los problemas abordados son de grandes dimensiones. En el volumen de Enero/Febrero de 2000 de la revista *Computing and System Engineering*, publicación conjunta del American Institute of Physics and the IEEE Computer Society, se consideró al método Simplex como el algoritmo que ocupaba el primer lugar entre los diez algoritmos más utilizados en el mundo computacional del siglo XX.

10. **Optimización no lineal y optimización no lineal entera-mixta.** En la SEIO hay una gran tradición en trabajar en problemas teóricos no lineales como son los problemas cuadráticos, con condiciones en los límites de las variables (“box constraints”), con funciones objetivo no lineales y restricciones lineales, con y sin derivadas, etc. (recordemos la famosa frase de hace sesenta años “Pero, George, el mundo es no lineal”), al igual que en numerosos centros de investigación a lo largo del mundo. En los últimos 10-15 años se ha despertado bastante interés (probablemente, motivado por las aplicaciones en los sectores petroquímico, petrolífero y de transporte de fluidos de petróleo, gas y agua) en el estudio y desarrollo de algoritmos de optimización no lineal entera-mixta (MINLP es el acrónimo inglés). No nos cabe duda de que el interés en España por la disciplina MINLP se está viendo incrementado como resultado del exitoso “Exploratory Workshop on MINLP” organizado por el IMUS de la Universidad de Sevilla a finales de 2010, y que fue parcialmente financiado por i-MATH Consolider.
11. **Optimización vectorial y decisión multicriterio.** En áreas como la política, la economía, la industria (sobre todo en problemas de cadenas de suministro en diversos niveles de la cadena de producción), las ciencias sociales, la ingeniería y la administración, es habitual reconocer la existencia de múltiples aspiraciones u objetivos, a veces parcialmente antagónicos, con lo que se hace necesario el estudio de técnicas de decisión basadas en la consideración simultánea de varios objetivos o criterios (optimización multiobjetivo, decisión multicriterio y optimización por metas, en el caso de que esos objetivos puedan ser priorizados). Este tipo de problemas es muy complejo y aunque hay iniciativas para tratar el problema de forma exacta, las dimensiones de los problemas suelen ser grandes y, por tanto, fuerzan a utilizar métodos inexactos. Existe, en consonancia, una gran actividad científica en la investigación de metodologías metaheurísticas que, sin garantizar la optimalidad de la solución, conducen a soluciones de calidad suficiente y requieren un esfuerzo computacional asumible. Recomendamos al lector el artículo de divulgación “Teoría de la decisión multicriterio: un

ejemplo de revolución científica Kuhniana”, cuyos autores son R. Caballero y C. Romero, y que fué publicado en BEIO 22-4 (2006), pags. 9-15.

12. **Problemas combinatorios difíciles.** Para estos problemas no se conocen algoritmos eficientes (polinomiales en el tamaño de los datos). La ampliación de la clase de problemas difíciles que pueden ser resueltos eficazmente es uno de los retos de las matemáticas en la actualidad. Entre los más importantes se encuentran algunos tipos de problemas de localización, de agregación de preferencias, gestión de bases de datos, minería de datos, compresión de imágenes y datos, diseño o expansión de redes óptimas, planificación de la producción y decisión multicriterio. Esta línea de trabajo distingue claramente dos áreas complementarias: la investigación en métodos generales para resolver problemas combinatorios complejos (algorítmica, combinatoria, geometría discreta, geometría computacional, etc.) y la investigación en problemas concretos (tarificación en redes, expansión de líneas de transporte urbano ferroviario y aéreo, competición y cooperación en mercados, por citar unos cuantos ejemplos). Asimismo hay dos líneas de trabajos muy diferenciadas, la línea que busca la solución exacta por métodos normalmente poliédricos, y la línea que, ante la complejidad de los problemas, no pretende obtener soluciones exactas, sino soluciones factibles debidamente próximas a las óptimas. Este segundo enfoque se basa en el uso de metaheurísticas de muy variado signo.
13. **Problemas de localización.** Una variedad de problemas combinatorios complejos se recoge bajo el nombre de Location Analysis. Estos problemas tienen la particularidad de ser, la mayoría, de muy difícil solución (NP fuerte) y de tener un sinnúmero de aplicaciones. Existen en España diversos grupos muy activos en el tema, habiéndose creado una Red Temática a la que el Ministerio correspondiente (MICINN, en este caso) ha subvencionado en varias ocasiones por el interés del tema. La mayoría de sus miembros son muy activos en el grupo de trabajo de EURO denominado EWGLA (habiendo organizado algunas de sus reuniones regulares). El “Exploratory Workshop on Location Analysis Trends on Theory and Applications”, celebrado en el IMUS de la Universidad de Sevilla a finales de Noviembre de 2011, contribuyó a incrementar el interés por esta disciplina y, con seguridad, a explorar nuevas vías de investigación.
14. **Programación semi-infinita. Estabilidad y mal-condicionamiento en optimización.** Por sus múltiples aplicaciones en diversos campos, muy en particular en relación con la aproximación funcional, la programación semi-infinita (programación matemática con infinitas restricciones) es un tema de gran interés y atractivo matemático. El estudio de aspectos tales como los fenómenos de redundancia, la cualificación de restricciones,

la estabilidad y las propiedades (pseudo) Lipschitz de los principales elementos del problema (el conjunto factible, el valor óptimo y el conjunto de soluciones óptimas), la caracterización de diferentes tipos de mal-condicionamiento, la obtención de estimaciones de la distancia de un problema dado al mal-condicionamiento y las implicaciones numéricas de estas cuestiones, son temas en los que se investiga en el momento presente y que tienen proyección de futuro.

15. **Teoría de juegos.** Algunas líneas de investigación en las que diferentes grupos españoles de investigación han realizado contribuciones significativas son, entre otras, el estudio de los equilibrios en diversas clases de juegos no cooperativos, el estudio de la influencia de la repetición y de los compromisos unilaterales de los agentes en la generación de comportamiento constructivo, los equilibrios en juegos repetidos con información incompleta, la competencia y cooperación en modelos de la IO en los que interaccionan varios agentes (en particular en modelos de teoría de colas, de gestión de inventarios, de secuenciación, de redes de flujo y de planificación de proyectos), la determinación de tarifas, el diseño y análisis de estructuras de votación, la conciliación en problemas de bancarrota, el análisis de soluciones en juegos cooperativos, el estudio de redes sociales y económicas, aportando el enfoque de la teoría de juegos a conceptos clásicos en sociología, etc. Otras líneas de investigación, con un importante potencial de transferencia tecnológica, son las siguientes: aprendizaje y evolución en problemas de decisión dinámicos en los que interaccionan varios agentes (con muchas aplicaciones en gestión de tráfico en redes urbanas, redes informáticas, etc.), extensión de los modelos de la IO del caso unipersonal al caso en el que compiten diferentes agentes, diseño de mecanismos en problemas de decisión interactivos con información incompleta, ingeniería económica (análisis de subastas en el contexto clásico y en internet, diseño de tarifas, problemas de reparto, asignación de costes, arbitraje, diseño de estructuras de votación, etc). Recomendamos al lector el artículo de la Prof^a Ana Meca "Génesis y evolución de la teoría de juegos. Sus orígenes en España", BEIO 22-1 (2005) 15-23.

4. Aplicaciones de la IO en España

En el artículo "A review of O.R. practice in Spain" publicado en TOP 3-2 (1995) 307-336, sus autores, J. Pastor Ciurana y ML, presentaron un informe detallado sobre 40 aplicaciones de la IO realizadas por españoles y que habían dado origen a algún documento público (artículo, informe/memorandum, etc.). La clasificación utilizada se correspondía con el Application Oriented Criterion, empleado por la revista *International Abstracts in Operations Research* (IAOR). Aquellas secciones que registran un mayor número de aplicaciones en dicho ar-

título fueron *Manufacturing Industries* (14), *Energy* (5), y *Finance and Banking* (4). La mayor parte de los grupos que desarrollaron dichas aplicaciones pertenecían a departamentos universitarios, pero otras habían sido realizadas por equipos propios de las empresas mencionadas en la sección 2 y otras.

Hoy en día estos sectores siguen siendo los campos de mayor aplicación de la IO en España, junto con los sectores de cadenas de suministros (principalmente, en sectores de ensamblaje de productos), localización de plantas y depósitos, transporte urbano y de cercanías, transporte aéreo, terrestre y por ferrocarril, sectores petroquímico, petrolífero y del gas, sector de finanzas (enfocado a la gestión presupuesaria, dimensionamiento y reducción de sucursales, gestión de tesorería, diseño de derivados y reducción de riesgos financieros, y selección de carteras de activos financieros de renta fija), control y gestión del tráfico aéreo (así como detección y resolución de conflictos aéreos), mercados eléctricos competitivos, gestión de riesgos (risk management) y gestión de ingresos (revenue management).

Algunas de estas aplicaciones (no sabríamos fijar un porcentaje) se efectúan directamente por consultoras o por los propios equipos de las empresas que se enfrentan al problema. En ocasiones estos equipos carecen de la preparación y experiencia necesarias para abordar, con la debida solvencia científica, los problemas planteados. En dichas circunstancias el asesoramiento de equipos académicos es de vital importancia, y de suma trascendencia para el futuro de la IO en España. Aunque el proceso, en sí mismo, constituye un indicio del avance de la IO en el mundo real de nuestras empresas, administración, etc., resulta alarmante, y está latente desde siempre entre las preocupaciones principales de los sucesivos consejos ejecutivos de la SEIO, el que dichos grupos vivan ajenos a la SEIO. Se impone pues la necesidad de intensificar nuestro esfuerzo con el objeto de establecer los correspondientes vínculos, lo que permitiría ofrecerles la cobertura científica que pudieran necesitar. Afortunadamente este tipo de actuaciones se han iniciado, esta vez de una manera coordinada, a través de la Comisión de Relaciones con las Empresas (CORE), sobre la que incluiremos unos breves comentarios al final de este trabajo. Pensamos que este es uno de los temas más importantes que tiene pendiente la SEIO.

Concluiremos diciendo que resulta destacable la intervención de nuestro mundo académico en la aplicación de la IO a la resolución de problemas de decisión en el mundo real (sobre todo a nivel europeo y latinoamericano), y observamos que esta actividad va *in crescendo*, con la dificultad y necesidad de especialización que ello conlleva. Creemos que la implantación actual de la IO hubiera sido impensable por aquellos visionarios que vivieron la fundación de la SEIO hace 50 años.

5. Artículos

La madurez de la investigación en IO queda reflejada por la evolución del número y calidad de las publicaciones de los investigadores operativos españoles, como las siguientes tablas reflejan. En las tablas que se incluyen en esta sección puede apreciarse que el crecimiento del número de publicaciones en IO, sobre todo en el último decenio 2001-2011, ha sido espectacular. Es obvio que ello respresenta un salto considerable en los niveles de productividad de nuestros investigadores. Otros indicios de calidad como el número de citas, el índice h , etc., aunque han mejorado sensiblemente en los últimos años, todavía no han alcanzado, en promedio, los niveles de excelencia a los que aspiramos.

Cualquiera que tenga alguna experiencia en la utilización de bases de datos bibliográficos, algunas de gran complejidad, es consciente del elevado riesgo de incurrir en omisiones e imprecisiones, sobre todo cuando el estudio a realizar afecta a un colectivo tan numeroso como el de los investigadores operativos españoles. Es por ello que pedimos disculpas anticipadas ante la seguridad de que nuestro estudio también contendrá algunos de estos errores involuntarios.

En la Tabla 1 incluimos dos cuadros sobre publicaciones de autores españoles de acuerdo con la base de datos completa de MathSciNet, y en los capítulos principales de dos grandes bloques del AMS 2010 Subject Classification: 90Bxx (Operations Research and Management Science) y 90Cxx (Mathematical Programming).

En la Tabla 2 se registra el número de publicaciones en IO de un buen número de universidades españolas (siempre según la base de datos completa de MathSciNet) en las que nos consta la existencia de grupos de investigación activos, en los dos bloques anteriores (90Bxx y 90Cxx), así como en el bloque 91Axx (Game Theory), ya que es bien sabido que la teoría de juegos ha tenido un desarrollo espectacular en nuestro país, en muchas ocasiones en el ámbito de los departamentos de Estadística e IO. Cuando los autores de un artículo pertenecen a diferentes instituciones, la publicación se contabiliza en cada una de ellas. Además, existen muchos investigadores, fundamentalmente en juegos cooperativos, que son especialistas en las interrelaciones entre la teoría de juegos y otras capítulos de la IO. La insistencia en el uso de MathSciNet se debe a que, en esta base de datos, cada investigador tiene asociada su correspondiente clave institucional. Otras bases de datos, como por ejemplo Zentralblatt MATH, carecen de este código institucional, llegando a producir resultados muy lejanos de la realidad en búsquedas por autores, en particular cuando los autores tienen un primer apellido muy común en nuestro idioma (por ejemplo Fernández, Ruiz, López, etc).

90Bxx	OR and Manag. Science	≤ 1990	1991 – 2000	2001 – 2011
90B05	Inventory, storage, reservoirs	1	3	33
90B06	Transportation, logistics	1	11	37
90B10	Network models, deterministic	23	23	73
90B15	Network models, stochastic	2	4	11
90B20	Traffic problems	1	5	15
90B22	Queues and service	3	34	87
90B25	Reliability, availability, maintenance	8	7	36
90B30	Production models	4	7	26
90B80	Discrete location and assignment	5	42	129
90B85	Continuous location	1	23	48

90Cxx	Mathematical Programming	≤ 1990	1991 – 2000	2001 – 2011
90C05	Linear programming	1	14	43
90C08	Special problems of lin. programming	4	23	39
90C10	Integer programming	8	7	38
90C11	Mixed integer programming	0	3	30
90C15	Stochastic programming	0	21	53
90C25	Convex programming	16	16	51
90C27	Combinatorial optimization	4	45	91
90C29	Multi-objective and goal program.	7	82	219
90C30	Nonlinear programming	27	31	61
90C31	Sensitivity, stability, parametric opt.	12	28	75
90C34	Semi-infinite programming	0	23	75
90C35	Prog. involving graphs and networks	5	45	84
90C46	Optimality conditions, duality	0	2	87
90C48	Programming in abstract spaces	8	19	38
90C57	Polyhedral comb., branch-and-bound,...	0	4	46
90C59	Approximation methods and heuristics	0	7	167
90C70	Fuzzy programming	4	32	56
90C90	Applications of mathematical prog.	0	30	62

Tabla 1: Publicaciones españolas registradas en 90Bxx y 90Cxx (MSC primaria o secundaria) según la base de datos completa de MathSciNet.

De otro lado, los registros en MathSciNet correspondientes a universidades de reciente creación (Miguel Hernández, Rey Juan Carlos, etc.) son muy incompletos por dificultades en la asignación (posiblemente tardía) de las claves institucionales, por lo que no han sido incluidas en este cuadro comparativo al ser sus registros inferiores al número real de publicaciones.

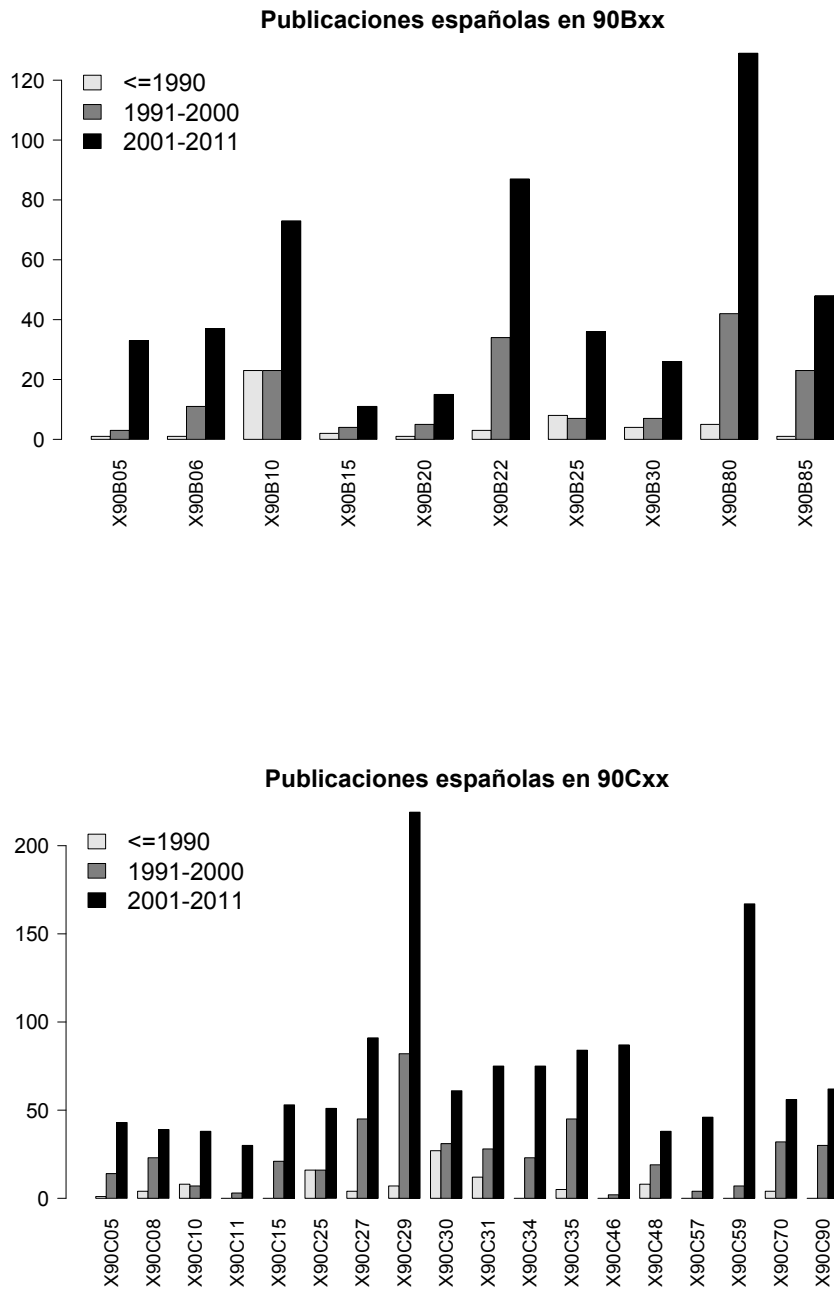


Figura 1: Publicaciones españolas

Universidad	90Bxx		90Cxx		91Axx	
	Primaria	Prim/secund.	Primaria	Prim/secund.	Primaria	Prim/secund.
Alicante	2	7	123	150	23	43
Almeria	9	9	22	29	0	2
Barcelona Autónoma	6	26	31	88	43	63
Cataluña Politécnica	56	90	58	115	39	54
Pompeu Fabra	15	20	6	18	43	65
Bilbao (País Vasco)	9	15	24	34	56	66
Cádiz	23	29	20	41	0	1
Cantabria	4	9	15	30	0	0
Granada	19	28	51	77	1	2
La Laguna	58	70	59	102	3	5
Madrid Complutense	50	106	55	83	20	32
Madrid Politécnica	24	37	38	62	5	7
Madrid Carlos III	12	24	35	54	26	44
Málaga	20	35	41	61	6	16
Murcia	42	57	31	59	16	28
Santiago de Compostela	2	10	21	29	35	45
Sevilla	116	149	94	194	64	78
Valencia Estudi General	28	52	76	101	15	26
Valencia Politécnica	34	40	18	43	0	1
Vigo	6	15	12	21	46	63
Zaragoza	10	20	38	48	2	5

Tabla 2: Publicaciones en IO de algunas universidades españolas según la base de datos completa de MathSciNet.

En la Tabla 3 se aprecia que el número de publicaciones anteriores a 1991 de autores españoles en las revistas internacionales de IO más conocidas (ordenadas por los índices de impacto según el JCR 2010) era muy bajo, en contraste con el número de publicaciones (superior a 600) en dichas revistas durante el decenio 2001-2011. Esto representa un crecimiento espectacular, aunque el número de publicaciones en las revistas consideradas de mayor prestigio dentro de la comunidad internacional (como Math. Progr., SIOPT, OR, MOR, etc.) es todavía moderado. Con todo, esta eclosión en la visibilidad internacional de nuestros grupos a través de sus publicaciones, participación en congresos y cursos, etc., puede verse lastrada por la necesidad de dedicar mucho más tiempo a las tareas docentes (fundamentalmente de carácter burocrático), consecuencia de la implantación del espacio europeo de educación superior (Planes de Bolonia), y también por la crisis económica que afectará al número de becarios de investigación y a la carga docente de los profesores permanentes. Cabe destacar que las revistas preferidas por los autores españoles son EJOR, ANOR y TOP, aunque COR, JOGO, JOTA y MMOR también son frecuentemente consideradas por nuestros autores para la publicación de sus artículos. Nos consta que autores españoles están publicando en revistas de alto impacto, tales como OMEGA y Decision Support Systems (factores de impacto 3.101 y 2.622, respectivamente, según el JCR 2010), pero no hemos podido incluir en la Tabla 3 el número de sus contribuciones dado que no aparecen registradas en MatSciNet.

Título abreviado revista	Imp. fac. 2010	≤ 1990	1991 – 2000	2001 – 2011
EUR J OPER RES (EJOR)	2.159	13	9	242
SIAM J OPTIMIZ (SIOPT)	2.091	0	7	22
OR SPECTRUM	2.030	3	6	10
OPERATIONS RESEARCH (OR)	2.000	1	4	13
MATH PROGRAMMING	1.970	5	9	25
COMPUT OPER RES (COR)	1.769	0	5	71
J GLOBAL OPTIM (JOGO)	1.160	0	4	47
MATH OPER RES (MOR)	1.145	0	7	18
J OPTIMIZ THEORY APP (JOTA)	1.011	3	33	62
NETWORKS	0.991	0	14	39
MATH METHOD OPER RES (MMOR)	0.848	0	10	47
QUEUEING SYST	0.802	0	0	9
TOP	0.756	0	66	85
OPER RES LETTERS	0.743	0	10	36
ANN OPER RES (ANOR)	0.675	1	22	91

Tabla 3: Publicaciones españolas en IO en revistas según impacto

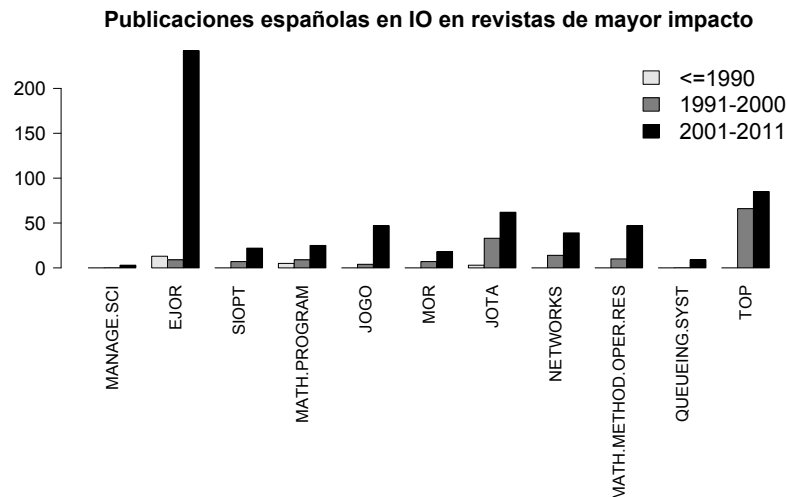


Figura 2: Publicaciones españolas en IO

En la Tabla 4 se muestra el ranking de las universidades según el número de publicaciones, siempre de acuerdo con MathSciNet, y en cada uno de los capítulos considerados de la clasificación 2010 AMS. Entre paréntesis se consigna el número de entradas que en MathSciNet aparecen en la clave institucional de la universidad y en el MSC Code correspondientes. Las abreviaturas utilizadas en la Tabla 4 son las siguientes:

- ALIC: Univ. de Alicante
- BARA: Universitat de Barcelona
- BI: Univ. UPV/EHU
- CAD: Univ. de Cádiz
- CARL: Univ. Carlos III
- GRAN: Univ. de Granada

LALA: Univ. de La Laguna
MADC: Univ. Complutense de Madrid
MAL: Univ. de Málaga
OPEN: UNED
POFA: Univ Pompeu Fabra
SEVL: Univ. de Sevilla
UMH: Univ. Miguel Hernández
UPB: Univ. Politècnica de Catalunya
UPM: Uni. Politècnica de Madrid
URJC: Univ. Rey Juan Carlos
VLNC: Universitat de València
VLNP: Univ. Politècnica de Valencia

MSC Code	Revista	Universidades con mayor número de publicaciones
90B05	Inventory, storage, reservoirs	LALA(13),SEVL(5),MADC(4)
90B06	Transportation, logistics	UPM(4),UPB(4),VLNP(4),SEVL(3)
90B10	Network models, deterministic	SEVL(9),VLNC(7),UPB(6),LALA(5)
90B15	Network models, stochastic	MADC(2),POFA(2),SEVL(2),URJC(2)
90B20	Traffic problems	UPB(4),SEVL(2),UPM(2),POFA(1)
90B22	Queues and service	MADC(22),MAL(6),UPB(4),SEVL(3)
90B25	Reliability, availability, maintenance	GRAN(8),MADC(5),BI(3)
90B30	Production models	MADC(3),VLNP(3),SEVL(2),UPB(2)
90B80	Discrete location and assignment	SEVL(43),LALA(20),UPB(18),CAD(8)
90B85	Continuous location	SEVL(36),CAD(13),LALA(4)
90C05	Linear programming	ALIC(11),GRAN(7),MAL(4),SEVL(3)
90C08	Special problems of lin. programing	ALIC(8),SEVL(4)
90C10	Integer programming	UPB(5),SEVL(4),LALA(2),VLNC(2)
90C11	Mixed integer programming	BI(4),URJC(4),MADC(2)
90C15	Stochastic programming	MADC(12),BI(5),MAL(5),UPB(4)
90C25	Convex programming	VLNC(7),ALIC(4),SEVL(2),UPM(2)
90C27	Combinatorial optimization	LALA(18),VLNC(7),MADC(6),UPB(5)
90C29	Multi-objective and goal program.	OPEN(67),SEVL(42),UPM(18),MAL(15)
90C30	Nonlinear programming	UPB(7),BI(7),ALIC(5),BARA(5)
90C31	Sensitivity, stability, parametric opt.	ALIC(27),GRAN(4),LALA(2),SEVL(2)
90C34	Semi-infinite programming	ALIC(55),UMH(5),VLNC(5)
90C35	Prog. involving graphs and networks	VLNC(17),LALA(15),UPB(11),VLNP(10)
90C46	Optimality conditions, duality	BARA(4),CAD(3),OPEN(3)
90C48	Programming in abstract spaces	ALIC(5),BARA(1),MAL(1),OPEN(1),VLNC(1)
90C57	Polyhedral comb., branch-and-bound,...	UPM(3),VLNC(3)
90C59	Approximation methods and heuristics	VLNC(17),MAL(7),LALA(6)
90C70	Fuzzy programming	GRAN(29),VLNC(4),MADC(2)
90C90	Applications of mathematical prog.	CARL(3),SEVL(2),UPM(2),VLNC(2)

Tabla 4: Ranking de universidades por publicaciones según la base de datos completa de MathScinet

Finalmente, en las Tablas 5 y 6 se relacionan los autores españoles con mayor número de publicaciones, según las universidades a las que están profesionalmente vinculados, utilizando respectivamente las bases de datos de MathSciNet (a fecha de 23 de Noviembre de 2011) y de la Web of Science (ISI-WOK, a fecha 15 de Diciembre del 2011). Sólo hemos incluido, en ambas tablas, aquellos que tienen 20 o más entradas, y aparecen por orden decreciente en el número de publicaciones. Los nombres de aquellos autores con 40 o más entradas, aparecen en **negrita**.

Universidad	Abrev.	Autores
Alicante	ALIC	López Cerdá M.A., Goberna M.A., Mora G., Herrero C.
Almería	ALM	García I.
Barcelona	UB	Rafels C.
Barcelona Autónoma	UAB	Martínez-Legaz J.E., Daniilidis A.
Cataluña Politécnica	UPB	Carreras F., Fernández E., Magaña A.
Bilbao (País Vasco)	BI	Zarzuelo J.M., Valenciano F.
Cádiz	CAD	Rodríguez-Chía A., Ruiz-Garzón G.
Granada	GRAN	Verdegay J.J., Delgado M.
La Coruña	CR	García-Jurado I.
La Laguna	LALA	Salazar J.J., González-Martín C., Moreno-Pérez J., Sicilia J., Sedeño-Noda A.
Madrid Complutense	MADC	Artalejo J., Montero J., Gómez-Corral A., Sánchez-García M. Ibarrola-Muñoz P., Martín-Díaz M., Tejada J.
Madrid Carlos III	CAR	Balbás de la Corte A., Niño-Mora J., Rincón Zapatero J.P.
Málaga	MAL	Caballero R., Hendrix E.
Miguel Hernández	UMH	Cánovas-Cánovas M.J., Parra J., Sánchez-Soriano J.
Murcia	MUR	Ruiz-Gómez J.M., Belzunce F., Zoroa P., Pelegrín B.
Rey Juan Carlos	URJC	Escudero L.F., Ríos Insúa D.
Sevilla	SEVL	Puerto J., Carrizosa E., Bilbao J.M., Fernández García F.R., Conde E., Díaz Bañez J.M., Rufián Lizana A., Osuna-Gómez R., Mesa J.A.
UNED	OPEN	Jímenez Guerra P., Novo V., Jímenez B.
Valencia Estudi General	VLNC	Martí R., Corberán A., Vercher E., Calvo E., Liern V.
Valencia Politécnica	VLNP	Hervás A.
Vigo	VIGO	Bergantiños G., Fiestras-Janeiro, M.G.
Zaragoza	ZRG	Calvete H.

Tabla 5: Ranking de autores por publicaciones según la base de datos completa de MathSciNet

Universidad	Abrev.	Autores
Alicante	ALIC	López Cerdá M.A., Goberna M.A., Vega-Redondo F., Herrero C., Mora G.
Barcelona	UB	Rafels C., Núñez M.
Barcelona Autónoma	UAB	Martínez-Legaz J.E., Daniilidis A.
Cataluña Politécnica	UPB	Fernández E., Carreras F., Corominas A., Castro J., Barcelo J.
Bilbao (País Vasco)	BI	Zarzuelo J.M., Valenciano F.
Cádiz	CAD	Rodríguez-Chía A.
Castilla-La Mancha	CM	Conejo A., Contreras J., Arroyo J.M.
Granada	GRAN	Delgado M., Verdegay J.J.
La Coruña	CR	García-Jurado I.
La Laguna	LALA	Sicilia J.
Madrid Complutense	MADC	Artalejo J., Gómez-Corral A., Yañez J., López-Herrero M.J., Tejada J.
Madrid Carlos III	CAR	Balbás de la Corte A., Niño-Mora J.
Madrid Politécnica	UPM	Romero C.
Málaga	MAL	Caballero R., Hendrix E.
Miguel Hernández	UMH	Pastor J.T., Sánchez-Soriano J., Cánovas-Cánovas M.J., Parra J.
Murcia	MUR	Ruiz-Gómez J.M., Belzunce F., Pelegrín B., Marín A.
Rey Juan Carlos	URJC	Escudero L.F.
Sevilla	SEVL	Puerto J., Carrizosa E., Bilbao J.M., Fernández García F.R., Conde E., Mesa J.A., Díaz Bañez J.M., Osuna-Gómez R.
UNED	OPEN	Novo V., Jímenez B., Prieto-Rumeau T.
Valencia Estudi General	VLNC	Martí R., Corberán A., Vercher E., Sanchis J.M., Valls V.
Vigo	VIGO	Bergantiños G. , Fiestras-Janeiro, M.G.
Zaragoza	ZRG	Calvete H.

Tabla 6: Ranking de autores españoles por publicaciones según la base de datos completa de ISI-WOK

Las tablas recogidas en esta sección sólo se refieren a la contribución científica de los investigadores españoles al desarrollo de la IO según MatSciNet e ISI-WOK. Podría suceder que otras bases de datos recojan contribuciones científicas importantes no incluidas en las utilizadas por los autores del artículo, en cuyo caso pedimos disculpas por no haber sido más exhaustivos en nuestra búsqueda. Mientras MatSciNet tiene un obvio sesgo matemático, ISI-WOK es una base de más amplio espectro (menos “matemática”) pero más restrictiva en cuanto que sólo considera revistas de la lista del ISI (revistas con “impacto”). Quizás este estudio debería ser el primero de una serie de análisis bibliométricos similares pero que utilizasen otras bases de datos. Un intento por nuestra parte de cotejar los datos de la Tabla 5 con los proporcionados por Zentralblatt MATH fracasó ante la cantidad de errores de bulto en los registros del número de trabajos de algunos autores en esta segunda base de datos.

Es interesante destacar la prestigiosa revista “IEEE Transactions on Power Systems”, en la que se han publicado muchas de las aplicaciones de IO en el sector eléctrico debidas a investigadores españoles y realizadas desde hace varias décadas. El Prof. Antonio J. Conejo (ETSII, Universidad de Castilla La Mancha) ha publicado 75 artículos en dicha revista y actualmente es su Editor-in-Chief. Este mismo profesor proporciona un ejemplo paradigmático de las posibles discrepancias entre las bases de datos utilizadas, en tanto que ISI-WOK contiene 132 registros en su nombre pero MathSciNet sólo 17. La explicación obvia es que la brillante labor investigadora del Prof. Conejo ha estado fundamentalmente dirigida al desarrollo de esquemas algorítmicos y sus aplicaciones (principalmente, en el sector eléctrico).

6. La IO y las Matemáticas

El hecho de que la Estadística y la IO se constituyeran en Área de Conocimiento separada, con sus tribunales de oposiciones independientes, junto con la circunstancia de que la SEIO organizaba sus propios congresos, y un cierto elitismo de algunos matemáticos, más o menos puros, que consideraban la IO como una disciplina de segunda fila por su profundidad matemática, hizo que nuestros investigadores operativos se mantuvieran durante bastantes años relativamente al margen del resto de la comunidad matemática española. Desde nuestro punto de vista esta situación tuvo consecuencias claramente negativas, hasta el punto de que algunos investigadores operativos españoles asumieron ese criterio como propio, mimetizándolo y llegando a afirmar que “La IO no son Matemáticas”. Es indiscutible que la IO es una disciplina con objetivos propios, bien definidos, y que se recogen en cualquiera de las múltiples definiciones que de la IO se han dado a lo largo de su historia, pero todas estas definiciones tienen en común la afirmación de que la IO aplica el método científico a la resolución de problemas reales, previa modelización de los mismos, y no es menos obvio que la

herramienta fundamental del método científico son las Matemáticas.

No hay más que asomarse a los primeros capítulos de la historia de la IO para convencerse de la cantidad y calidad de las Matemáticas utilizadas por aquellos ilustres pioneros para elaborar los primeros modelos y desarrollar los primeros algoritmos de la IO. Llegados a este punto del trabajo no nos resistimos a trasladar al lector las respuestas de George Dantzig, padre de la programación lineal (y de muchas otras disciplinas diríamos nosotros, entre ellas la optimización combinatoria, optimización estocástica, etc.), a preguntas formuladas por Peter Horner, editor de *OR/MS Today*, con motivo de su 85 aniversario (publicada en *OR/MS Today* en 1999). La entrevista fue reproducida en *OR/MS Today* 32-3 (2005) 24-32, en el marco de una serie de trabajos a los que la revista dedicó íntegramente el volumen y que conmemoraban la figura de Dantzig con motivo de su muerte acaecida en mayo del 2005. Preferimos reproducir las preguntas y respuestas en inglés para ser totalmente fieles a sus palabras, excepto una de ellas que insertamos entre corchetes con el objeto de no sacar las afirmaciones fuera de su contexto:

Pregunta: “Do you consider yourself first and foremost a mathematician or an operations researcher?” **Respuesta:** “I consider myself a mathematician. I don’t differentiate between pure mathematics and applied mathematics. I know other people will tell you there is a difference, but there isn’t.”

Pregunta: “Pure mathematicians have been known to describe operations researchers as second-rate mathematicians playing with toy problems.” **Respuesta:** “[Some] mathematicians are snobs.”

Afortunadamente, el aislamiento que mencionábamos más arriba (nunca fomentado desde la SEIO), empezó a diluirse en la comunidad científica internacional a raíz de afirmaciones del tipo de las de G. Dantzig y de otros grandes matemáticos, influyendo todos ellos en la formación de una opinión favorable y de reconocimiento científico de la IO. En España en el año 2000, la IO, a través de la SEIO, estuvo presente en muchas de las actividades organizadas con motivo de las celebraciones del Año Mundial de las Matemáticas. En particular, en un seminario sobre las fronteras de las Matemáticas (International Symposium: Mathematics, the conceptual support of science and technology), celebrado en la sede de la Fundación Ramón Areces, los autores de este artículo fueron invitados a impartir sendas charlas destinadas a presentar una panorámica de la IO en España, en su doble vertiente, académica y empresarial.

En aquellos años el presidente de la SEIO era el Prof. Rafael Infante Macías quien, junto con su sucesor Prof. Pedro Gil Álvarez, hicieron un considerable esfuerzo en la normalización de relaciones entre la comunidad matemática española y el subcolectivo de estadísticos e investigadores operativos. Como en todo movimiento pendular, se pasó de la situación de cierta postergación a la que aludíamos más arriba, a una situación de claro protagonismo de algunos de nosotros al frente de órganos y proyectos que afectaban a la comunidad matemática en

su conjunto (ANEP, Plan Nacional de Matemáticas, i-MATH Consolider, etc.). Es como si nuestro grupo se “hubiese puesto de moda”, pero en realidad lo que sucedió (es nuestra interpretación) es que el colectivo matemático descubrió que eramos parte de la familia, que nuestro rigor y seriedad en el trabajo eran casi siempre comparables a los de otros subcolectivos, y que teníamos a nuestro favor la característica de poseer un nivel aceptable de pragmatismo en la gestión.

Este descubrimiento de la IO y de los investigadores operativos en España, coincidió en el tiempo con la consecución de unas cotas más que satisfactorias de reconocimiento internacional, y que se materializó en la asunción de responsabilidades de algunos de nosotros en organismos, sociedades, grupos de trabajo, etc., como EURO, IFORS, EUROPT, MOS, etc.

Cuando en 2006 se puso en marcha el Proyecto i-MATH Consolider, la IO siempre fue vista como un tema prioritario a promover desde el Consejo de Dirección (CD, abreviadamente), creándose una avenida temática en la memoria/proyecto inicial cuyo nombre era “Optimización y Técnicas de Apoyo a la Decisión”, y en la que los grupos más activos se integraron, participando posteriormente en muchas de las actividades financiadas por el proyecto. Recordemos aquí que la primera Acción Top-Down lanzada desde el CD fue la “1st i-MATH Intensive School on Mathematical Programming and its Applications”, celebrada en el invierno de 2008 en Castro Urdiales (CIEM), para la que se recibieron solicitudes de 80 jóvenes, extranjeros en una buena proporción, y de entre los cuales se eligieron 20 en base a su CV, experiencia, intereses, etc. La escuela fue un absoluto éxito, y muchos de estos 20 alumnos se han incorporado con éxito a diferentes departamentos universitarios o grupos de investigación, españoles y foráneos. El mandato preciso del CD fue: “Puesto que la IO está destinada a ser muy importante en el futuro, hay que crear cantera”.

Un total de 49 grupos/entidades de investigación remitieron, en su día, información al Nodo CESGA de i-MATH sobre su oferta y experiencia contrastada en transferencia al sector productivo e industrial. Con esta información el CESGA elaboró un Mapa de Oferta Tecnológica (http://www.i-math.org/mapa_consulting/fichas_grupos/principal.html) en el que se incluyeron las fichas de los grupos que han participado en la Encuesta Consulting, y que dieron su consentimiento para la publicación de dicha información. Del total de los 49 grupos, los 30 que relacionamos acto seguido ofrecen asesoramiento en IO y han creado recientemente (el Acto de Constitución fue el pasado 30 de Septiembre) la asociación “math-in” (abreviatura de Matemáticas-Industria), cuyo objetivo fundamental es facilitar la transferencia de tecnología matemática a la industria. La Prof^a. Peregrina Quintela, catedrática de Matemática Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela, es su presidenta. Se puede observar que en la relación de grupos universitarios integrados en math-in, están representadas las sociedades matemáticas RSME, SEMA, SEIO y otras sociedades matemáticas. Información más detallada sobre los grupos puede encontrarse en

las correspondientes fichas.

Relación de grupos de investigación integrados en la red 'math-in':

- Programación y Cálculo Simbólico (Psyncotrip) de la Univ. de La Rioja. Coord.: J. Rubio García.
- Ecuaciones Diferenciales y Simulación Numérica (MA I) de la Univ. de Vigo. Coord.: J. Durany Castrillo.
- Risk, Time and Optimization (RiTO) de la Univ. Rey Juan Carlos. Coord.: L.F. Escudero Bueno.
- Grupo Interdisciplinar de Estadística, Computación, Medicina y Biología (GRIDECMB) de la Univ. de Santiago de Compostela. Coord.: Carmen Cadarso Suárez.
- Modelos de Estadística e Investigación Operativa (MTM-2010-19576) de la Univ. de Sevilla. Coord.: Justo Puerto Albandoz.
- Simulación y Control de la Univ. de Vigo. Coord.: L.J. Álvarez Vázquez.
- Tratamiento y Análisis Matemático de Imágenes (TAMI) de la Univ. de las Islas Baleares. Coord.: Bartomeu Coll Vicens.
- Modelos Matemáticos y Simulación Numérica en Mecánica de Sólidos de la Univ. de Santiago de Compostela. Coord.: Juan Manuel Viaño Rey.
- Ingeniería Matemática de la Univ. de Santiago de Compostela. Coord.: A. Bermúdez de Castro López-Varela.
- Modelización Estadística y Aplicaciones (MODESTYA) de la Univ. de Santiago de Compostela. Coord.: Wenceslao González Manteiga.
- Modelos Matemáticos y Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas (M2NICA) de la Univ. de la Coruña. Coord.: C. Vázquez Cendón.
- Modelización, Optimización e Inferencia Estadística (MODES) de la Univ. de la Coruña. Coord.: R. Cao Abad.
- Grup de Recerca en Aplicacions i Models Matemàtics y Servicio de Consultoría Matemàtica de la Universitat Autònoma de Barcelona. Coord. : A. Alabert Romero.
- Ikerketa Taldea 347 (IT-347-10) de la Univ. del País Vasco. Coord.: M^a Araceli Garín Martín.
- Técnicas de Decisión en Economía y Empresa (TD-ULPGC) de la Univ. de las Palmas de Gran Canaria. Coord.: D.R. Santos Peñate.

-
- Modelos Estocásticos de la Univ. de Zaragoza. Coord.: G. Sanz Sáiz.
 - Localización (LOGRO) de la Univ. de Sevilla. Coord.: J.A. Mesa López-Colmenar.
 - Numerical Optimization and Modelling (GNOM) de la Universitat Politècnica de Catalunya. Coord.: J. Castro.
 - Modelización Estadística para Problemas Medioambientales (MODESMAN) de la Universitat Politècnica de Catalunya. Coord.: J. Mateu Mahiques.
 - Estadística Espacial de la Univ. Pública de Navarra. Coord.: M^a D. Ugarte Martínez.
 - Modelización Interdisciplinar (InterTech) de la Univ. Politècnica de Valencia. Coord.: P.J. Fernández de Córdoba Castellá.
 - Optimización (FQM-329) de la Univ. de Sevilla. Coord.: R. Blanquero Bravo.
 - Modelización Matemática y Simulación de Sistemas Medioambientales (M2S2M) de la Univ. de Sevilla. Coord.: T. Chacón Rebollo.
 - Álgebra y Geometría Computacional (CAG) de la Univ. de Cantabria. Coord.: T. Recio Muñiz.
 - Optimización Matemática Aplicada (GOMA) de la Univ. de La Laguna. Coord.: J.J. Salazar González.
 - Inferencia Estadística, Decisión e Investigación Operativa de la Univ. de Vigo. Coord.: J. de Uña Álvarez.
 - Ecuaciones Diferenciales, Análisis Numérico y Aplicaciones (EDANYA) de la Univ. de Málaga. Coord.: C. Parés Madroñal.
 - Ecuaciones Diferenciales No Lineales de la Univ. de Santiago de Compostela. Coord.: J.J. Nieto Roig.
 - Algoritmos para Problemas de Rutas y Localización de la Univ. de Valencia. Coord.: E. Benavent López.
 - Transferencia de Tecnología Matemática de la Univ. del País Vasco. Coord.: M. Lezaun Iturralde.

7. CORE. Una iniciativa de la SEIO para fomentar la colaboración con la industria

Como indicábamos más arriba, la SEIO considera objetivo fundamental incrementar la colaboración con la industria. Para ello su Consejo Ejecutivo estimó conveniente la creación de la Comisión de Relaciones con las Empresas (CORE), la cual fue definitivamente fundada a mediados de 2010. En la actualidad, CORE está integrada por 8 investigadores, con una importante representación en las áreas de Estadística, IO e Industria y Comercio. La sección de Estadística está representada por Wenceslao González Manteiga (Univ. de Santiago de Compostela) y Pilar Gargallo Valero (Univ. de Zaragoza). Por el área de IO son miembros de CORE Justo Puerto Albandoz (Univ. de Sevilla), Rubén Ruiz García (Univ. Politécnica de Valencia), Antonio Alonso Ayuso (Univ. Rey Juan Carlos) y Ana Meca Martínez (Univ. Miguel Hernández de Elche), quien a su vez es la Presidenta de la Comisión. Finalmente, los representantes más próximos a la Industria son Fernando Bernstein (Duke's Fuqua School of Business, Durham, USA) y María Jesús Sáenz (Zaragoza Logistics Center).

Su presidenta, Ana Meca, a petición de M. Carmen Pardo, editora de BEIO, escribió una editorial en el último número de BEIO (BEIO 27-3, 2011), con la "finalidad de dar a conocer la CORE, sus objetivos, las actuaciones realizadas en su corto periodo de vida y sus planes de futuro cercano". Invitamos a todos los miembros de la SEIO a su lectura y al análisis detenido de sus propuestas, y animamos a todos (somos un número considerable de socios, más de 650 según el último censo) a colaborar con la CORE en la medida de nuestras fuerzas. En lo que a los autores de este artículo concierne, queremos desde aquí afrezer a la CORE nuestra humilde colaboración.

Nota final

En caso de que algún lector detectara alguna omisión o incorrección en la tablas de la sección 5 que no fuera atribuible a las propias deficiencias de las bases de datos utilizadas (como es, por ejemplo, el deficiente tratamiento de universidades nuevas), le rogamos nos notifique dicha circunstancia para que podamos proceder a la correspondiente rectificación. En cualquier caso insistimos en pedir disculpas anticipadas ante la posibilidad de que se produzca algún error de este tipo, a pesar de la minuciosidad con la que se ha realizado este estudio bibliométrico.

Agradecimientos

No queremos concluir este artículo sin reconocer la inmensa satisfacción que ha supuesto para nosotros el recordar la evolución de la IO en España, y sin mostrar nuestro sincero agradecimiento por la invitación que a tal objeto nos

dirigió la editora de BEIO, Prof^a. M. Carmen Pardo.

También queremos mostrar nuestro agradecimiento a Verónica Requena, gestora de i-MATH, por su inestimable ayuda en la confección de los cuadros y gráficos del artículo, así como en las muy laboriosas búsquedas bibliométricas.

Acerca de los autores

Laureano F. Escudero es catedrático de Estadística e Investigación Operativa en la Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles (Madrid). Ha sido miembro de los Centros Científicos de IBM en Madrid y Palo Alto (California), del Centro de Tecnologías de la Producción de IBM Alemania, Sindelfingen y del IBM T.J. Watson Research Center, Yorktown Heights (NY). Ha sido director del dpto. de Ingeniería de Sistemas de Apoyo a la Decisión en Iberdrola Ingeniería y Consultoría. Durante el periodo 2003-2004 ha sido Presidente de EURO, The Association of European Operational Research Societies. Es autor de varios libros y más de 115 artículos científicos. Sus actuales líneas de investigación son optimización combinatoria, programación estocástica entera, métodos de descomposición y computación en paralelo.

Marco A. López es catedrático de Estadística e Investigación Operativa en la Universidad de Alicante y Honorary Research Fellow de CIAO (Centre for Informatics and Applied Optimization, University of Ballarat, Australia). Editor de la revista "Trabajos de Investigación Operativa" (1986-1992) y Co-Editor de TOP en el periodo 2000-2007. Presidente de la SEIO en el periodo 1987-1990. Miembro del "Spanish Chapter of ICMI (International Committee for Mathematical Instruction)", 1999-2001. Miembro de la Comisión Valenciana de Acreditación y Evaluación de la Calidad del Sistema Universitario Valenciano (CVAEC), 2002-2004. Miembro del Consejo de Dirección de i-MATH Consolider, 2006-2011, siendo Investigador Coordinador desde Julio 2008 (hasta Abril 2012). Chair of EUROPT (EURO Working Group of EURO), 2008-2010. Experto del Programa Nacional de Matemáticas y redactor de los informes SISE 2006 y 2007. Miembro del Comité Directivo del IMUS (Instituto Matemáticas Universidad de Sevilla). Sus líneas de investigación son la programación semi-infinita, el análisis convexo y la optimización infinito-dimensional.