

La labor de Alberto Dou en Matemática Aplicada

J. I. DÍAZ

*Departamento de Matemática Aplicada
Universidad Complutense de Madrid*

No es sencillo referirse a la obra matemática de Alberto Dou sin apelar a su espíritu multidisciplinar como pensador, historiador e ingeniero. Esta actividad humanística no se inicia en sus años de madurez científica como suele acaecer en la evolución de un gran número de científicos del pasado y del presente de este país. Bien por el contrario, este amplio abanico de intereses fue ya cultivado desde los años más jóvenes de Dou. A los 35 años poseía ya los títulos de Ingeniero de Caminos por Madrid (1943), Licenciado en Filosofía por la Facultad de la Compañía de Jesús en Sarriá (1949) y Licenciado en Matemáticas por la Universidad de Barcelona (1950). Su gran versatilidad se plasmaría incluso en su habilidad para mantener un centro de actividad en diferentes y distantes lugares geográficos: Madrid y Barcelona. Ese «apasionamiento vital» al que se refiere Guzmán en su semblanza sobre Dou en este volumen, y su enorme capacidad de trabajo, le permiten concluir los anteriores estudios con gran éxito, obteniendo Premio Extraordinario en Caminos y Matemáticas. Como estudiante de Filosofía, además de obtener una excelente calificación, elabora una tesina, bajo la dirección del padre Ramón Puigreafagut, que a mi juicio ilustra la amplitud de sus objetivos ya en sus años tempranos. La tesina trataba sobre Probabilidad, Estadística y Verdad y se basaba en la obra de un prestigioso científico al que Dou seguiría más tarde la pista en el campo de la elasticidad: Richard Von Mises.

Los aspectos humanísticos y de ingeniero de Alberto Dou son objeto de atención de Miguel de Guzmán y Emilio de la Rosa en este volumen. Me centraré, pues, en la labor matemática de Dou, a quien tuve el honor de reemplazar como Director del extinguido Departamento de Ecuaciones Funcionales que, en alguna manera, hoy se prolonga en el Departamento de Matemática Aplicada de esta Universidad.

Mis palabras no pretenderán analizar la labor matemática de Dou des-

de su importante significado en la historia de nuestro campo en los últimos años. Mis modestas aptitudes me aconsejan no tomar ese camino que además sería a todas luces incompleto dada la vigorosa actividad que afortunadamente Alberto Dou aún mantiene y que muchos quisiéramos para nosotros mismos.

Mis palabras no podrían tampoco esquivar la acusación de inquebrantable fidelidad hacia este hombre que me tuvo como uno de sus últimos alumnos directos. Porque da idea de su calidad humana quisiera referirme, un instante, al cuidado y atención con que guió mis primeros pasos como científico desde que nada más acabar su asignatura de ecuaciones diferenciales de tercero, en el año 1971, me tomara bajo su tutela personal haciéndome ayudante suyo en el ICAI, proponiéndome numerosas lecturas y estimulando mi asistencia a sus cursos de doctorado, antes incluso de acabar mi licenciatura.

Tengo muy presente en mi memoria aquel día de junio del 71 en el que Dou me entregó dos libros con el fin de que fuese preparando las clases del ICAI. El primero de ellos era el Berg-McGregor [1] sobre una introducción a las ecuaciones en derivadas parciales. El segundo era el Coddington-Levinston [2] una obra maestra y cita obligada en el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Recuerdo aún con admiración la cantidad de observaciones y correcciones de su puño y letra, invadiendo todos los márgenes sin dejar espacio en blanco alguno. Impresionaba la cantidad de trabajo, en horas y esfuerzos, que aquel libro encerraba y cuya posesión me quemaba las manos por el valor que sin duda tenía para Dou. Recuerdo también, como si fuera ayer, la gran lección de humanidad con la que Dou me obsequió al encajar, con envidiable serenidad, lo que para mí se presentaba como tragedia: aquellos libros me fueron robados de mi destartalado «dos caballos» y todos mis esfuerzos por encontrarlos, en el Rastro y en la cuesta de Moyano, habían sido estériles.

Intentando comenzar una descripción de la labor matemática de Dou, y tras algunas horas delante de su voluminoso curriculum, me ha parecido distinguir al menos tres etapas en su trayectoria que esbozaré a continuación. La primera se refiere a sus trabajos en Geometría Diferencial y corresponde, esencialmente, al período entre 1950 y 1959. La segunda concierne a su producción en el campo de la Elasticidad, que se podría situar entre los años 1959 y 1974. Por último, una tercera etapa, aunque de características más difuminadas que las anteriores, correspondería a su actividad y producción en el campo de la Teoría Variacional de las Ecuaciones en Derivadas Parciales, cuyo punto de arranque podría cifrarse en 1963, solapándose, pues, durante más de diez años con la etapa anterior.

Los primeros años de Dou como investigador matemático se sitúan en Barcelona donde había concluido la licenciatura de Matemáticas en 1950. La madurez con que realizó sus estudios (Dou nació en 1915) le

iba a permitir concluir su tesis doctoral en el período récord de dos años. A raíz de un cursillo impartido en el Seminario Matemático de la Universidad de Barcelona por el profesor W. Blaschke, de la Universidad de Hamburgo, y cuyas notas fueron recopiladas por Dou y J. Teixidor [3], nuestro homenajeado se interesó por diversas cuestiones allí propuestas sobre los «cuatritejidos planos» (un cierto mayado de curvas en el plano).

Para exponer sus primeros resultados y recabar el asesoramiento de Blaschke, Dou se desplaza en 1951 a Hamburgo, donde coincide por primera vez con Ancochea con quien mantendría una estrecha amistad. Dou presenta en 1952 su tesis doctoral «Cuatritejidos Planos» en esta Universidad madrileña, entonces llamada Central, la única del país en que era posible defender tesis doctorales en aquellas fechas. Su tesis tuvo a importantes protagonistas de esos años como lo fueron Antonio Torroja Mirret (que figura como Director), Pedro Pineda, Germán Ancochea, Pedro Abellanas y Francisco Botella. Fue publicada íntegramente como Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona en 1953 [4]. Tras su tesis, Dou publica en *Collectanea Matemática* (revista muy querida por él, donde se encuentra buena parte de su producción). En ese trabajo de 1957 [5], aborda la representación de los cuatritejidos exagonales desde una óptica más cercana a las ecuaciones diferenciales. También sobre cuatritejidos había tratado su comunicación en el Primer Congreso Mundial de Matemáticas celebrado en Amsterdam en 1954 (donde, por cierto, conoció a Rey Pastor).

La profundidad y originalidad de los resultados de Dou en este campo fueron resaltados por el propio Blaschke en su libro de 1955 [6]. Más tarde, en 1962, Dou escribiría la semblanza necrológica de Blaschke en la *Revista Matemática Hispano-Americana* [7].

Algunas constantes de la obra de Dou aparecen ya en esta primera etapa. Sus trabajos de investigación compaginan un carácter autodidacta, de francotirador, típico de los científicos de este país, con un asesoramiento, a cierta distancia, con centros y personas que son en ese momento centros neurálgicos activos en el campo. La figura de Blaschke y la Universidad de Hamburgo van a tener, en su segunda etapa, como correlativos a Fritz John y el Courant Institut de la Universidad de Nueva York, pero de eso hablaremos más tarde. También destaca la alta valoración que Dou otorga, ya en sus primeros años, a la «comunicación» en nuestra profesión y, en particular, a la asistencia a congresos internacionales (Dou no ha faltado a ninguno de los Congresos Mundiales de Matemáticos celebrados hasta la fecha). Como veremos más tarde, también ha asistido a numerosas reuniones nacionales.

Pero el interés de Dou durante esos primeros años no se limitaría a un solo tema y así es capaz de desplegar una actividad abrumadora que le permitió comenzar Teología en la Universidad de Innsbruck el curso 51/52, terminando dichos estudios en San Cugat del Vallés en 1955. An-

tes, en 1954, había sido ordenado sacerdote en la Compañía de Jesús. Además, en 1955 se le adjudica la Cátedra de Matemáticas de Primer curso en la Escuela de Caminos y en 1957 gana, por oposición, la cátedra de Análisis Matemático 3.º (Ecuaciones Diferenciales) de la Universidad de Madrid.

El viaje a Estados Unidos, de agosto del 59 a septiembre del 60, con una beca de la Fundación March marca lo que se podría considerar como la segunda etapa en la trayectoria de Dou, pues si bien volvería a Hamburgo en 1961 esa vez ya no se ocuparía de los cuatritejidos. En su primera estancia americana Dou visita el Courant Institut lo que va a dejarle una huella imborrable. Allí entabla conocimiento con algunas de las «fulgurantes» figuras del centro: P. Lax, P. Garabedian, L. Nirenberg y especialmente Fritz John. Como consecuencia del curso de este último sobre elasticidad Dou queda motivado para una larga y fructífera etapa, quizá la más significativa de su obra.

Su primer trabajo sobre elasticidad trata sobre la «unicidad plana» (caso de un cilindro hueco) y fue publicado en 1962 [8]. De este trabajo quisiera resaltar dos hechos: En primer lugar, Dou ya maneja, en 1962, la delta de Dirac y su derivada para lo que hace uso, de manera pionera en nuestro país, del espacio de distribuciones de Schwartz. Un segundo punto digno de mencionar se refiere a un pie de página en el que agradece una observación debida a su hermano Jorge, arquitecto, que le permite hallar un complicado balance de cargas mediante un sencillo argumento. Casi a la vez, Dou se ocupa de varias versiones equivalentes del Principio de Saint-Venant en las vigas, trabajo que aparece publicado en 1961 [9]. De estos y otros resultados tratan las comunicaciones suyas en los congresos internacionales de Wisconsin 1960 y Estocolmo 1962, así como en la primera y segunda Reunión Anual de Matemáticos Españoles celebrados en Madrid (1960) y Zaragoza (1961).

Estos años de gran actividad creadora en el campo de la elasticidad los compagina con las labores propias de su cátedra en la Universidad de Madrid. Así, se interesa también por las ecuaciones diferenciales ordinarias, publicando su primer libro sobre el tema en 1961. Pero de esa componente me ocuparé más tarde.

Aquellos años marcan también el inicio de sus labores de gestión en la sociedad científica española a la que Dou no ha cesado de dedicar una buena parte de sus esfuerzos. En 1960 es elegido Presidente, por tres años, de la Real Sociedad Matemática Española, sucediendo en el cargo al creador de esta sociedad D. Julio Rey Pastor. De hecho esta brillante figura de nuestra ciencia fue, en esos años, referencia obligada para él. Así en una fecha, que imagino memorable en su vida, el 12 de junio de 1963, Dou pronuncia su discurso de toma de posesión como miembro de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales ocupando el sillón vacante por la muerte de Rey Pastor. Pero además Dou había escrito un

año antes, en 1962, la semblanza necrológica de Rey Pastor [7] y más tarde escribiría dos artículos sobre él en Razón y Fe [10] y un estudio sobre su obra en Análisis Matemático en el 1.º Simposio sobre Rey Pastor celebrado en Logroño en 1983 [11].

Volviendo a la disertación de Dou en la Academia, de título «Relaciones entre las ecuaciones en derivadas parciales y la Física» [12], merece la pena comentar que en un capítulo previo al desarrollo de sus trabajos en elasticidad, presenta una exposición altamente certera sobre el papel natural y trascendente que juegan en la Física la noción de derivada en sentido de distribuciones y los espacios funcionales asociados a ella tales como los espacios de Sobolev.

Para cerrar este inciso sobre los primeros años de gestión de Dou es obligado mencionar su paso por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en calidad de Jefe del Departamento de Cálculo y Secretario del Instituto Jorge Juan en 1960 del que sería, en 1962, subdirector.

Sus investigaciones sobre elasticidad cobran de nuevo impulso cuando Dou vuelve a Estados Unidos en el curso 63/64, en esta ocasión al MRC de la Universidad de Wisconsin-Madison. Dou retoma allí el Principio de Saint-Venant en la versión de Sternberg, dando contraejemplos que muestran la importancia de la «forma» del cuerpo elástico. Este trabajo apareció primero en el MRC [13] y en forma más desarrollada en la revista del Courant: *Communications on Pure and Applied Mathematics*, en 1966 [14] (en esa versión Dou agradece de nuevo las sugerencias de Fritz John). Sus trabajos adquieren ya una notable relevancia en la Comunidad científica internacional y así, en 1967, asiste como uno de los conferenciantes principales al CIME en Ispra [15]. En 1968 publica, junto a su entonces ayudante José Manuel Antón Corrales, las notas de su curso de doctorado desarrollando un trabajo de F. John sobre láminas [16]. En 1970, se ocupa de soluciones periódicas de las ecuaciones de la elasticidad [17], y en el Congreso mundial de Vancouver, en 1974, expone sus resultados sobre la importante «desigualdad de Korn» [18]. Su última publicación sobre elasticidad se refiere a las notas de un curso sobre Elasticidad Teórica que redactó junto a Emilio de la Rosa en el curso 74/75 [19].

En el transcurso de esta segunda etapa y ligado a su interés por la elasticidad Dou dirigió personalmente un buen número de tesis doctorales, haciendo de ponente en otras. Así cabe citar las tesis de Fernando José de Arriaga Gómez (Camino 1963 y Complutense 1968), José Manuel Antón Corrales (Camino 1970), Angel Gutiérrez Cardona (Complutense 1973), Jesús Ortiz Herrera (Camino 1974), Emilio de la Rosa Oliver (Camino 1975), el chileno Hubert Mennikent (Complutense 1976) y Emilio Garbayo Martínez (Complutense 1982). También se pueden encuadrar en esta segunda etapa las tesis de una de las personas más cercanas a él: Miguel de Guzmán Ozamiz (Complutense 1968) así como la de José María

Sanz Aranda (Complutense 1978), siendo Dou quien les introdujo ante sus conocidos A. Calderón y P. Garabedian.

Antes de referirme a la tercera etapa en la obra de Dou quisiera ocuparme, brevemente, de su incursión en el campo de las ecuaciones diferenciales ordinarias que antes anticipé. Desde la obtención de su cátedra en 1957, Dou se encargó de las enseñanzas de esa disciplina en la Universidad de Madrid redactando sus notas de clase en 1959 que una vez perfiladas constituirían su primer libro: «Ecuaciones Diferenciales Ordinarias» publicado por Dossat en 1964 [25]. Se trata de un texto que ha jugado un importante papel en la potenciación de esta disciplina en nuestro país. Se puede apreciar en él una notable influencia del texto de Coddington-Levinston, si bien la teoría es presentada de manera mucho más accesible y pedagógica para el alumno. También es indicativo la extensión e importancia que en él se da ya al Análisis Numérico (un capítulo de cien páginas) y su aplicación a ecuaciones diferenciales. El libro recoge también un pequeño trabajo que Dou publicó en 1962 (dedicado a su maestro Dr. D. José María Orts Aracil) sobre sistemas de ecuaciones lineales con coeficientes constantes [21]. En el prefacio del libro Dou agradece la colaboración de Alfredo Mendizábal y Antonio Valle y más tarde en la segunda edición, publicada en 1969, a Alfonso Casal. En otro sencillo y elegante trabajo, elaborado durante su estancia en el MRC en 1964, se ocupa de nuevo de los sistemas diferenciales lineales y la ecuación matricial $XB - AX = U$, publicando dicho artículo en *SIAM Applied Mathematics* 1966) [22]. Tesis doctorales dirigidas o asesoradas por él en el campo de las ecuaciones diferenciales ordinarias fueron las de Alfonso Casal (1970), Florencio del Castillo (1972) y Alfredo Somolinos (1974). También es de mencionar la tesis de Florentino Briones Martínez (1963) sobre el problema de la mejor aproximación de Tchebycheff.

Un tercer tema en el que Dou ha dedicado numerosos esfuerzos, con una producción científica notable, es el campo de las ecuaciones en derivadas parciales. A diferencia de la clara distinción geográfica y temporal con la que se presentan sus dos etapas anteriores su interés por las ecuaciones en derivadas parciales no aparece tan claramente diferenciado como queda ya reflejado en su discurso en la Academia de 1963. La estrecha relación con alguna personalidad prestigiosa en el campo es ahora más débil, aunque creo no equivocarme si me refiero a J. L. Lions como una persona a la que Dou reconoce una influencia no despreciable. Lions fue nombrado Doctor Honoris Causa por la Universidad Complutense en 1976 actuando Dou como padrino. Por otra parte, Dou estimula el contacto con la escuela francesa asesorando las tesis de Antonio Valle (1965), Juan Antonio Fernández Viñas (1966), Miguel Lobo Hidalgo (1971), Carlos Fernández Pérez (1972) y José Luis Andrés Yebra (1977) todas ellas realizadas bajo la dirección de Lions. También en este contexto deben enmarcarse mi tesis (1976) y la de José María Fraile Peláez (1978) bajo la

supervisión de Haïm Brezis, en su momento alumno de Lions. (También tiene raíces francesas la tesis de Jesús Fortea Pérez (1973) quien trabajó con Dixmier y de la que Dou fue ponente).

La producción de Dou en el campo de las ecuaciones en derivadas parciales arranca de su actividad docente, escribiendo en 1968 unas notas de clase en la escuela de Caminos [23] de las que una parte importante aparecería más tarde publicada en su libro: «Ecuaciones en derivadas parciales y resolución numérica» escrito en colaboración con Alfredo Mendizábal y publicado en 1973 [24]. Antes, en 1970, había publicado en Dos-sat su libro: «Ecuaciones en Derivadas Parciales de primer orden e introducción a las de segundo orden» [25] en donde recogía sus lecciones en la Escuela de Caminos así como las desarrolladas en la Universidad de Pernambuco, Brasil durante su estancia en 1967. Una versión en inglés de esta obra [26] fue publicada en University of Notre Dame Press, universidad donde desarrolló esta materia durante el curso 1969/70.

En los años 1972 y 1973 publica dos artículos en Iasi [27] y *Collectanea* [28] en los que examina diversas propiedades de la solución fundamental de la ecuación de Laplace. En particular, en el trabajo de *Collectanea* da una demostración del teorema de Schauder sobre ecuaciones con término independiente holderiano analizando también el caso en que este término es sólo una función continua.

A partir de la concesión de una Proyecto de la Fundación Juan March de 1974 a 1976, Dou se interesa cada vez más por la teoría débil o variacional de EDPs. En sus cursos de doctorado de esos años desarrolla los libros de Lions [29] y [30] y de Duvaut-Lions [31]. Eran los años en los que regresaban a España personas de nuestro entorno formadas con Lions: Carlos Fernández, José Luis Andrés Yebra, Miguel Lobo, etc. Por otra parte, los servicios culturales de la Embajada Francesa subvencionaban la visita de uno o dos profesores franceses y así pasaron por nuestro departamento personas de enorme valía como el propio Lions, Brezis, Duvaut, Temam, Benilan y tantos otros. Sin duda, las condiciones de trabajo que encontrábamos los más jóvenes eran ya bastante más satisfactorias que en tiempos anteriores.

Imbuido en este ambiente de la escuela francesa, Dou escribiría en 1975 un trabajo titulado: «Teorema de densidad en $H^1(\Omega)$ y $H^{1/2}(a,b)$ » que fue publicado por la Real Academia de Ciencias con motivo de un Homenaje al Profesor D. Manuel Lora-Tamayo [32]. Finalmente, en 1981, tuve el honor de colaborar y publicar un artículo con él sobre un problema clásico de la mecánica de medios continuos (flujo de un fluido irrotacional compresible y subsónico alrededor de un obstáculo simétrico) [33].

Desde esa fecha Dou ya se concentraría en los aspectos de Filosofía e Historia de la Ciencia, a los que se refiere Guzmán en estas actas y en donde también ha dirigido o asesorado varias tesis doctorales: Antonio Gon-

zález García (Oviedo 1973), Javier Leach Albert (Complutense 1977), Santiago Garma (Valencia 1978) y Camino Cañón (Complutense 1978).

De su dilatada experiencia de gestor, que apenas si habíamos esbozado hasta el momento, da buena fe la larga lista de cargos ocupados que uno puede encontrar en su currículum y de los que quisiera destacar especialmente su nombramiento como primer director del entonces recién constituido Departamento de Ecuaciones Funcionales, en 1967, así como primer Decano de la, entonces, recién creada Facultad de Matemáticas de esta Universidad en 1975. Asimismo, en 1975 es nombrado Rector de la Universidad de Deusto y en 1977 Rector (académico) del ICAI. Sus cualidades científicas y humanas han sido reconocidas por la comunidad científica y universitaria, estando en posesión desde 1974, de la Orden Civil de Alfonso X el Sabio al mérito docente y habiendo sido investido Doctor Ingeniero Industrial Honoris Causa por la Universidad Pontificia de Comillas de Madrid 1984.

Para concluir y como ya dije al principio, no quisiera valorar la trascendencia que la obra de este hombre está teniendo y tendrá en la vida científica de este país. Estoy plenamente convencido de que plumas más agudas que la mía abordarán el tema y sin duda analizarán esa aparente dispersión multifacética, como por ejemplo Rey Pastor hizo con Esteve Terradas o Laín Entralgo, el propio Dou y tantos otros lo hicieron con Rey Pastor. Pero lo que sí es una realidad palpable es que con motivo del homenaje, motivo de estas actas, coincidimos matemáticos, ingenieros, historiadores y otras personas con el sentimiento común de cariño, aprecio y respeto a este hombre inquieto, constructivo y de envidiable temperamento que es Alberto Dou.

REFERENCIAS

- [1] BERG, P. W., y MCGREGOR, J. L.: *Elementary Partial Differential Equations*. Holden-day, San Francisco, 1966.
- [2] CODDINGTON, E. A., y LEVINSTON, N.: *Theory of Ordinary Differential Equations*. McGraw-Hill, New York 1955.
- [3] BLASCHKE, W.: *Geometría de los tejidos*. Curso de Conferencias en el Seminario Matemático de Barcelona CSIC. 1954 (redactadas por A. Dou y J. Teixidor).
- [4] DOU, A.: *Quatritejidos planos*. Memoria de la Academia de Ciencias de Barcelona 31, 1953, pp 133-218.
- [5] DOU, A.: La representación simétrica de los quatritejidos exagonales. *Collectanea Mathematica* (Barcelona) 9, 1957, pp 41-58.
- [6] BLASCHKE, W.: *Einführung in die Geometrie der Waben*. Basel, Birkhauser Verlag, 1955.
- [7] DOU, A, Wilhelm Blaschke: Julio Rey Pastor. *Necrologías. Razón y Fe*, p 51, 57-59.
- [8] DOU, A.: El teorema de unicidad en elasticidad plana. *Revista Matemática Hispanoamericana* (Madrid), 22 (1962), pp 5-30.

- [9] DOU, A.: El principio de Saint-Venant en las vigas. Ingeniería Aerodinámica y Astronáutica (Madrid), 13 (1961), pp 32-41.
- [10] DOU, A.: Julio Rey Pastor. Razón y Fé, 167, pp 133-146; 273-282.
- [11] DOU, A.: La obra de Rey Pastor en Análisis Matemático. *Actas I Simposio sobre Julio Rey Pastor*, Instituto de Estudios Riojanos 1985 pp 71-78.
- [12] DOU, A.: *Relaciones entre las ecuaciones en derivadas parciales y la física*. Discurso leído en el acto de su recepción. Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1963, 63 pp.
- [13] DOU, A.: On the Principle of Saint-Venant. Mathematics Research Center. Technical Summary Report 1472, Univ. of Wisconsin. Madison (USA), May 1964, 64 pp.
- [14] DOU, A.: Upper Estimate of the Potential Elastic Energy of a cylinder. *Communications on Pure and Applied Mathematics* 19 (1966) pp 83-93.
- [15] DOU, A.: Energy inequalities in an elastic cylinder. En: *Numerical Analysis of Partial Differential Equations*. (C.I.M.E., 2.º Ciclo, Ispra. Varese, Italia, 1967), Roma. Ed. Cremonese 1968, pp 161-173.
- [16] DOU, A., y ANTON CORRALES, J. M.: Introducción al estudio tensorial de la elasticidad y su aplicación a láminas. *Revista Obras Públicas*, Madrid 1968, pp 3-14.
- [17] DOU, A.: Soluciones periódicas de las ecuaciones de la elasticidad en el cilindro infinito. *Collectanea Mathematica*, 21, 1970, pp 131-147.
- [18] DOU, A.: On Korn Inequality. Resumen publicado en las Actas del Congreso Internacional de Matemáticas, Vancouver 1974.
- [19] E. de la ROSA y A. DOU.: *Lecciones sobre elasticidad teórica*. Apuntes del Departamento de Ecuaciones Funcionales de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid. Curso 1974/75, Madrid, 1976, 88 pp.
- [20] DOU, A.: *Ecuaciones diferenciales ordinarias*. Madrid, Dossat 1964. 270 pp. 2.ª ed. 1970, 271 pp.
- [21] DOU, A.: Sistemas diferenciales ordinarios lineales con coeficientes constantes. *Collectanea Mathematica*, 14 (1962), pp 261-268.
- [22] DOU, A.: Method of undetermined coefficients in linear differential systems and the matrix equation $YB - AY = F$. *SIAM Journal on Applied Mathematics* (Philadelphia), 14, 1966, pp 691-696.
- [23] DOU, A.: *Ecuaciones en derivadas parciales*. Apuntes de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 435 pp. (ciclostil).
- [24] DOU, A., y MENDIZABAL, A.: *Ecuaciones en derivadas parciales y su resolución numérica*. Madrid, Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, 1973. 450 pp.
- [25] DOU, A.: *Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden e introducción a las de segundo orden*. Madrid, Dossat, 1970, 176 pp.
- [26] DOU, A.: Lectures on Partial Differential Equations of First Order. Univ. of Notre Dame Press. (USA), 1972, 171 pp.
- [27] DOU, A.: Núcleos equivalentes a la medida de Dirac. *Buletinul Institutului Politehnic din Iasi*. (Rumania), 18, 1972, pp 87-93.
- [28] DOU, A.: Las derivadas segundas del potencial de volumen. *Collectanea Mathematica*, 24, 1973, pp 41-56.
- [29] LIONS, J. L.: *Sur le controle optimal de systèmes gouvernés par des équations aux dérivées partielles*. Paris, Dunod, 1968.

- [30] LIONS, J. L.: *Quelques méthodes de resolution des problèmes aux limites non linéaires*. París, Dunod, 1969.
- [31] DUVAUT, G., y LIONS, J. L. S.: *Les inéquations en mécanique et en physique*. París, Dunod. 1972.
- [32] DOU, A.: Teorema de densidad en $H^1(\Omega)$ y $H^{1/2(a,b)}$. En: *Homenaje al Doctor Lora Tamayo*. Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1975, pp 33-39.
- [33] DOU, A., y DÍAZ, J. I.: Sobre flujos, subsónicos alrededor de un obstáculo simétrico. *Collectanea Mathematica* 3, pp 142-160, 1983.