

# Lecture Notes in Mathematics

Edited by A. Dold and B. Eckmann

1221

---

## Probability and Banach Spaces

Proceedings of a Conference held in Zaragoza, Spain  
June 17–21, 1985

Edited by J. Bastero and M. San Miguel

---



Springer-Verlag

Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo

**Editors**

Jesús Bastero

Miguel San Miguel

Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza

50009 Zaragoza, Spain

Mathematics Subject Classification (1980): 46-XX, 60-XX

ISBN 3-540-17186-X Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

ISBN 0-387-17186-X Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg

This work is subject to copyright. All rights are reserved, whether the whole or part of the material is concerned, specifically those of translation, reprinting, re-use of illustrations, broadcasting, reproduction by photocopying machine or similar means, and storage in data banks. Under § 54 of the German Copyright Law where copies are made for other than private use, a fee is payable to "Verwertungsgesellschaft Wort", Munich.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1986

Printed in Germany

Printing and binding: Druckhaus Beltz, Hemsbach/Bergstr.

2146/3140-543210

## INTRODUCTION

Probability, Banach spaces and their interplay have attracted the attention of the mathematical community since the early sixties. A number of mathematicians at the University of Zaragoza have been interested in this subject for some years and a Conference on Probability and Banach spaces, attended by probabilists and analysts from several countries, was held at this University in June 1985.

The main lecturers were E. Giné (Texas A&M), N.J. Kalton (Columbia-Missouri), G. Pisier (Paris VI) and J.L. Rubio de Francia (Madrid-Autónoma). Other invited speakers were F. Bombal (Madrid-Complutense), L. Drewnowski (Poznań), J. Esterle (Bordeaux), D.J.H. Garling (Cambridge), D. Nualart (Barcelona). Moreover three special sessions of contributed talks were held.

We would like to express our gratitude to all those who attended and helped to make the Conference such a success.

The Conference was sponsored by the following institutions: Universidad de Zaragoza (Rectorado, Decanato de la Facultad de Ciencias y C.U. de la Rioja), CAICYT, Consejería de Cultura de la Diputación General de Aragón, Diputación Provincial de Zaragoza, Caja de Ahorros de la Inmaculada, Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja, to whom we wish to express our gratitude.

This volume constituted the Proceedings of the Conference with papers by L. Drewnowski, J. Esterle, D.J.H. Garling, E. Giné, N. Kalton, D. Nualart and J.L. Rubio de Francia. The contributions of F. Bombal and G. Pisier have been published elsewhere.

Finally we would like to thank Concha Abad and Nuria Martín for their secretarial services.

Jesús Bastero  
Miguel San Miguel

LIST OF PARTICIPANTS

Manuel Alfaro	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad de Zaragoza 50009 - ZARAGOZA SPAIN
Pilar Alfaro	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad de Zaragoza 50009 - ZARAGOZA SPAIN
M.A. Ariño	Facultat de Matemàtiques Universitat de Barcelona 08007 - BARCELONA SPAIN
Fco. Balibrea	Facultad de Ciencias Sección de Matemáticas Universidad de Murcia 30001 - MURCIA SPAIN
Jesús Bastero	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad de Zaragoza 50009 - ZARAGOZA SPAIN
Luis Blanco	Facultad de Ciencias Sección de Matemáticas Universidad de Murcia 30001 - MURCIA SPAIN
Oscar Blasco	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad de Zaragoza 50009 - ZARAGOZA SPAIN
Fdo. Bombal	Facultad de Matemáticas Universidad Complutense de Madrid 28040 - MADRID SPAIN
Alicia Cachafeiro	E.T.S.I.I. C/ La Paz, s/n Vigo PONTEVEDRA SPAIN
Juan C. Candeal	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad de Zaragoza 50009 - ZARAGOZA SPAIN
Miguel A. Canela	Facultat de Matemàtiques Universitat de Barcelona 08007 - BARCELONA SPAIN

- Carmen S. Cardassi  
 Instituto de Matematica e Estatistica da  
 Universidade de Sao Paulo  
 cp 20570 (Ag. Iguatemi)  
 11498 SAO PAULO - SP  
 BRASIL
- Vicent Caselles  
 Facultad de Matemáticas  
 Universidad de Valencia  
 Burjasot  
 VALENCIA SPAIN
- J.L. Cerdá  
 Facultat de Matemàtiques  
 Universitat de Barcelona  
 08007 - BARCELONA SPAIN
- Fdo. Cobos  
 División de Matemáticas  
 Universidad Autónoma de Madrid  
 28049 - MADRID SPAIN
- Eusebio Corbacho  
 E.T.S.I.I.  
 C/ La Paz s/n  
 Vigo  
 PONTEVEDRA SPAIN
- José L. Cuadra  
 Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
 Universidad de Zaragoza  
 50009 - ZARAGOZA SPAIN
- Bienvenido Cuartero  
 Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
 Universidad de Zaragoza  
 50009 -ZARAGOZA SPAIN
- J.A. Cuesta  
 Facultad de Ciencias  
 Universidad de Cantabria  
 Avda.de los Castros, s/n  
 39005 - SANTANDER SPAIN
- P. Domanski  
 Institute of Mathematics  
 A. Mickiewicz University  
 ul. Matejki 48/49  
 60 - 769 POZNAN  
 POLAND
- Lech Drewnowski  
 Institute of Mathematics  
 A. Mickiewicz University  
 ul. Matejki 48/49  
 60 - 769 POZNAN  
 POLAND
- J. Esterle  
 U.E.R. de Mathématiques et Informatique  
 Université de Bordeaux I  
 33405 TALENCE FRANCE
- José E. Galé  
 Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
 Universidad de Zaragoza  
 50009 - ZARAGOZA SPAIN

- José Garay Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 - ZARAGOZA SPAIN
- David J.H. Garling Cambridge University  
Dep. of Math., 16 Mill Lane  
CAMBRIDGE ENGLAND
- Evarist Giné Texas A&M University  
Department of Mathematics  
College Station, TX 77843  
U.S.A.
- Manuel González Facultad de Ciencias  
Universidad de Cantabria  
Avda. de los Castros s/n  
39005 - SANTANDER SPAIN
- José J. Guadalupe Colegio Universitario de La Rioja  
Obispo Bustamante s/n  
26004 - LOGROÑO SPAIN
- Piedad Guijarro Facultad de Ciencias  
Universidad de Valladolid  
47005 - VALLADOLID SPAIN
- Ramón Gutiérrez Departamento de Estadística  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Granada  
GRANADA SPAIN
- Eugenio Hernández División de Matemáticas  
Universidad Autónoma de Madrid  
28049 - MADRID SPAIN
- Fco. L. Hernández Facultad de Matemáticas  
Universidad Complutense de Madrid  
28040 - MADRID SPAIN
- Esteban Induráin Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 -ZARAGOZA SPAIN
- Olga Juliá Facultat de Matemàtiques  
Universitat de Barcelona  
08007 - BARCELONA SPAIN
- Nigel Kalton University of Missouri - Columbia  
Columbia, Mo. 65211  
U.S.A.
- Camino Lezanos Colegio Universitario de La Rioja  
Obispo Bustamante s/n  
26004 LOGROÑO SPAIN

## VIII

- Josefa Linares  
Departamento de Estadística  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Granada  
GRANADA SPAIN
- Wolfgang Lusky  
Fachbereich 17  
Universität - Gesamthochschule  
Warburger Str. 100  
D - 4790 PADERBORN WEST GERMANY
- Elena Martín  
Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 - ZARAGOZA SPAIN
- Antonio Martínez  
E.T.S.I.I.  
C/ La Paz, s/n  
Vigo  
PONTEVEDRA SPAIN
- Javier Martínez  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Cantabria  
Avda. de los Castros s/n  
39005 - SANTANDER SPAIN
- Carlos Matrán  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Valladolid  
47005 - VALLADOLID SPAIN
- J.M. Mira  
Facultad de Ciencias  
Sección de Matemáticas  
Universidad de Murcia  
30001 MURCIA SPAIN
- Jesús M. Montaner  
Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 -ZARAGOZA SPAIN
- Joaquín Motos  
U.P. Valencia  
E.T.S.I.I.  
Departamento de Matemáticas  
Apartado Correos 22012  
46022 - VALENCIA SPAIN
- Enriqueta Muel  
Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 - ZARAGOZA SPAIN
- David Nualart  
Facultat de Matemàtiques  
Universitat de Barcelona  
08007 - BARCELONA SPAIN
- Carmelo Núñez  
Facultad de Matemáticas  
Universidad Complutense de Madrid  
28040 MADRID SPAIN

- Rafael Obaya  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Valladolid  
47005 - VALLADOLID SPAIN
- Víctor Onieva  
Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 - ZARAGOZA SPAIN
- José Orihuela  
Facultad de Ciencias  
Sección de Matemáticas  
Universidad de Murcia  
30001 - MURCIA SPAIN
- Antonio Pallarés  
Facultad de Ciencias  
Sección de Matemáticas  
Universidad de Murcia  
30001 - MURCIA SPAIN
- Vicente Peirats  
Facultad de Matemáticas  
Universidad Complutense de Madrid  
28040 - MADRID SPAIN
- M. Teresa Pellón  
Facultad de Ciencias  
Universidad de Cantabria  
Avda. de los Castros s/n  
39005 - SANTANDER SPAIN
- Gilles Pisier  
Université de Paris VI  
Tour 46 Equipe d'Analyse  
4, Place Jussieu  
75230 PARIS FRANCE
- Antonio Plans  
Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 -ZARAGOZA SPAIN
- Alvaro Rodés  
Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 - ZARAGOZA SPAIN
- M.L. Rezola  
Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 - ZARAGOZA SPAIN
- J.L. Rubio de Francia  
División de Matemáticas  
Universidad Autónoma de Madrid  
28049 - MADRID SPAIN
- Fco. J. Ruiz  
Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 - ZARAGOZA SPAIN
- Miguel San Miguel  
Facultad de Ciencias (Matemáticas)  
Universidad de Zaragoza  
50009 - ZARAGOZA SPAIN



Gerardo Sanz	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad de Zaragoza 50009 - ZARAGOZA SPAIN
Marta Sanz	Facultat de Matemàtiques Universitat de Barcelona 08007 - BARCELONA SPAIN
Antonio Sintès	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad Autónoma de Barcelona Bellaterra BARCELONA SPAIN
Elizabeth Strouse	University of Minnesota 820 So. Syndicate St. Paul, Minnesota 55116 U.S.A.
Paolo Terenzi	Dipartimento di Matematica del Politecnico di Milano Piazza Leonardo da Vinci 32 20133 MILANO ITALY
J.L. Torrea	División de Matemáticas Universidad Autónoma de Madrid 28049 - MADRID SPAIN
M.A. Triana	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad de Zaragoza 50009 - ZARAGOZA SPAIN
Zenaida Uriz	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad de Zaragoza 50009 - ZARAGOZA SPAIN
Gabriel Vera	Facultad de Ciencias Sección de Matemáticas Universidad de Murcia 30001 - MURCIA SPAIN
Luis Vigíl	Facultad de Ciencias (Matemáticas) Universidad de Zaragoza 50009 - ZARAGOZA SPAIN
Bernard Viot	Université d'Orléans Dept. de Maths. 450446 ORLEANS CEDEX FRANCE
Lacey, E.H.	Texas A&M University Department of Mathematics College Station, TX 77843 U.S.A.

TABLE OF CONTENTS

Drewnowski, L.:	
ON THE DUNFORD AND PETTIS INTEGRALS	1
Esterle, J.:	
REAL SEMIGROUPS IN COMMUTATIVE BANACH ALGEBRAS	16
Garling, D.J.H.:	
BROWNIAN MOTION AND UMD-SPACES	36
Giné, E. and Zinn, J.:	
LECTURES ON THE CENTRAL LIMIT THEOREM FOR EMPIRICAL PROCESSES	50
Kalton, N.J.:	
SOME APPLICATIONS OF VECTOR-VALUED ANALYTIC AND HARMONIC FUNCTIONS	114
Kalton, N.J.:	
DIFFERENTIABILITY PROPERTIES OF VECTOR-VALUED <sup>o</sup> FUNCTIONS	141
Nualart, D.:	
MALLIAVIN CALCULUS AND STOCHASTIC INTEGRALS	182
Rubio de Francia, J.L.:	
MARTINGALE AND INTEGRAL TRANSFORMS OF BANACH SPACE VALUED FUNCTIONS	195