

PONTIFICIA ACADEMIA SCIENTIARVM

L'ATTRIBUTION
DE LA
MEDAILLE D'OR PIE XI

1988



L'Académie Pontificale des Sciences, qui a été fondée le 28 octobre 1936 par le Saint-Père Pie XI, a pour but d'honorer la science pure, où qu'elle se trouve, d'en assurer la liberté et d'en favoriser les recherches qui constituent la base indispensable du progrès des sciences appliquées.

Le 28 octobre 1961, à l'occasion du XXV^e anniversaire de la fondation de l'Académie Pontificale des Sciences, le Saint-Père Jean XXIII a institué la « Médaille d'or Pie XI », à l'honneur du Fondateur de l'Académie. La médaille doit être conférée à un jeune savant qui ait déjà atteint une renommée internationale.

Le Conseil de l'Académie a décidé à l'unanimité d'octroyer la « Médaille Pie XI » pour l'année 1988 au

Dr. LUIS A. CAFFARELLI

en signe de reconnaissance pour ses grands mérites de savant et de l'importante contribution de ses recherches au progrès scientifique.

La Médaille d'or a été remise au Dr. Luis A. Caffarelli par le Souverain Pontife Jean Paul II à l'occasion de l'Audience accordée à l'Académie Pontificale des Sciences le 31 octobre 1988.



LUIS A. CAFFARELLI



BIOGRAPHICAL DATA

Name

LUIS A. CAFFARELLI

Address

Institute for Advanced Study
Olden Lane
Princeton, New Jersey 08540
U.S.A.

Birth

December 8, 1948 in Buenos Aires, Argentina

Education

1968 Master of Science, University of Buenos Aires
1972 Ph.D., University of Buenos Aires

Professional experience

1973-74 University of Minnesota, Postdoctoral
1975-77 University of Minnesota, Assistant Professor
1977-79 University of Minnesota, Associate Professor
1979-83 University of Minnesota, Professor
1980-82 Courant Institute, Professor
1983-86 University of Chicago, Professor
1986- Institute for Advanced Studies, Professor

Visiting member

Northwestern University
Mathematics Research Center (Madison, Wisconsin)
University of South Australia (Melbourne)
Istituto di Analisi Numerica (Pavia)
University of Heidelberg
Institut Mittag Leffler

Colloquium speaker

University of Chicago
Massachusetts Institute of Technology
Stanford University
University of California at Berkeley
Courant Institute
Università di Roma
Università di Firenze
Università di Pavia
Collège de France
University of Bonn
University of Heidelberg
Australian National University, etc.

Services

Reviewer, National Science Foundation, Classical
Analysis and Applied Mathematics Programs
Reviewer, several mathematical publications
Editor, Communications in P.D.E.
Editor, Revista Mathematica Iberoamericana
Editor, Advances in Mathematics

Honors

1982 Co-awarded the Stampacchia Prize
1984 Awarded the Bocher Prize
1985 Guggenheim Fellowship

Memberships etc.

Member, American Academy of Arts and Sciences
Member, American Mathematical Society
Consultant, Los Alamos National Laboratory

SYNTHÈSE DE L'ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE

J'ai étudié à l'école de Calderon d'analyse réelle, et j'ai écrit la thèse de mon doctorat, ainsi que quelques articles sur la sommation et la conjugaison de series de polynomes spéciaux.

En 1973, grâce à une bourse d'études après mon doctorat, je suis allé à l'University of Minnesota, où je suis resté jusqu'en 1983.

Peu de temps après mon arrivée j'ai assisté à une série de conférences passionnantes données par Hans Lewy, qui ont éveillé mon intérêt pour les équations de différentiel partiel non-linéaire, inégalités variationnelles et problèmes de frontière libre.

Un ballon à l'intérieur d'une boîte (ou une goutte à l'intérieur d'un container) constituent un exemple très simple de ce problème.

Si le ballon était librement suspendu dans l'air, une première approximation de sa forme serait donnée par une équation de courbure moyenne prescrite (équation légèrement non linéaire) que nous pourrions déduire du fait que le ballon essaie de minimiser l'énergie de la configuration (un problème de variationnelle non contrainte).

Contrainte de s'inscrire à l'intérieur de la boîte la surface du ballon réagit différemment quand le ballon est libre dans l'air que lorsqu'il presse le long des parois (une équation différentielle fortement non linéaire) créant une courbe de séparation (la frontière libre) entre les deux régions.

Dans ce domaine, j'ai fait des recherches intensives sur des problèmes de mathématiques associés avec des interphases solides-liquides, écoulements par jets et cavitationnels, et des gaz et liquides dans un milieu poreux.

En 1980 j'ai été invité à me joindre à la Faculté de Courant Institute où je me suis intéressé à de nouvelles recherches, dynamique des fluides, et équations totalement non-linéaires sur les conseils et la collaboration de Louis Nirenberg.

Nous avons poursuivi des recherches constantes dans le domaine des écoulements tridimensionnels de Navier-Stokes (un modèle pour l'évolution de l'écoulement des fluides visqueux incompressibles) où nous avons démontré que la vitesse d'écoulement pouvait devenir infinie, au plus dans un ensemble de mesure unidimensionnelle 0, c'est-à-dire moins qu'une courbure dans l'espace et le temps. (Un résultat presque optimal, d'après les récents exemples de Shefer).

Nous avons également fait des recherches poussées sur les propriétés des hypersurfaces dans l'espace n -dimension d'Euclide pour lequel les relations elliptiques parmi leurs courbures principales sont prescrites, (par exemple équation de courbure moyenne, courbure de Gauss, équation de Monge-Ampère dans un espace réel ou complexe).

Mes recherches actuelles comprennent des estimations uniformes sur les perturbations singulières quand elles approchent une limite singulière, par exemple pour des surfaces de niveaux approchant une surface de discontinuité et ses répercussions sur la stabilité à la fois de la surface de discontinuité et des méthodes numériques employées pour simuler le problème limite.

SUMMARY OF SCIENTIFIC ACTIVITY

I was trained in the Calderon school of real analysis and wrote my Ph.D. dissertation and some other articles on summability and conjugation of series of special polynomials.

In 1973 I went with a postdoctoral fellowship to the University of Minnesota, where I was to remain until 1983. Shortly after my arrival, I attended a fascinating series of lectures by Hans Lewy and became interested in nonlinear partial differential equations, variations inequalities and free-boundary problems.

An elementary example of this type of a problem would be a balloon inside a box (or a drop inside a cavity). If the balloon were suspended freely in the air, a first approximation to its shape would be given by a prescribed mean curvature equation (a mildly nonlinear equation) that we could deduce from the fact that the balloon tries to minimize the energy of the configuration (an unconstrained variational problem).

If constrained to lie inside the box, the surface of the balloon would behave differently when it is free than when it presses against the wall (a strongly nonlinear differential equation) creating a separation curve (the free boundary) between both regions.

In this area, I investigated extensively the mathematical problems associated with solid-liquid interphases, jet and cavitation flows, and gas and liquid flow in the porous media.

In 1980 I was invited to join the faculty at the Courant Institute, where I developed new interests: fluid dynamics and fully nonlinear equations under the advice and in collaboration with Louis Nirenberg. A standing area of research we pursued was the three-dimensional Navier-Stokes flows (a model for the evolution of viscous, incompressible fluid flows) where we showed that the speed of the flow could become infinite at most on a set of zero one-dimensional measure (that is less than a curve) in space and in time. (A nearly optimal result, according to the recent examples of Shefer).

We also extensively investigated the properties of hypersurfaces in n -dimensional Euclidean space for which elliptic relations among their principal curvatures are prescribed (i.e. mean curvature equation, Monge-Ampère equation in real or complex space, etc.).

My current interests include uniform estimates on singular perturbations when approaching a singular limit, for instance for the level surfaces approaching a surface of discontinuity and its implications on the stability of both the surface of discontinuity and numerical methods employed to simulate the limiting problem.

BIBLIOGRAPHY

1. (with CALDERON, C.P.) *Weak type estimates for the Hardy Littlewood maximal functions.* « *Studia Mathematica* », 49, 217-223 (1974).
2. (with CALDERON, C.P.) *On Abel summability of multiple Jacobi series.* « *Colloquium Mathematicum* », 20 (1974).
3. *On the Holder continuity of multiple values harmonic functions.* « *Indiana Univ. Math. Journal* », 25, 79-84 (1976).
4. *On the surface of minimum capacity for a knot.* « *Annali di Pisa* », Ser. III, 2, 497-505 (1975).
5. *On certain multiple values functions.* « *Proceedings A.M.S.* », 54, 90-92 (1976).
6. (with RIVIERE, N.M.) *On the rectifiability of domains with finite perimeter.* « *Annali di Pisa* », Ser. III, 3, 177-186 (1976).
7. (with RIVIERE, N.M.) *On the smoothness and analyticity of free boundaries.* « *Annali di Pisa* », Ser. III, 3, 298-310 (1976).
8. *The smoothness of the free surface in filtration problem.* « *Arch. Rat. Mech. Analysis* », 63, 77-86 (1976).
9. (with RIVIERE, N.M.) *The smoothness of the elastic-plastic free boundary of a twisted bar.* « *P.A.M.S.* », 63, 56-58 (1977).
10. *The regularity of elliptic and parabolic free boundaries.* « *Bulletin A.M.S.* », 82, 616-618 (1976).
11. *The regularity of the free boundaries in higher dimensions.* « *Acta Mathematica* », 139, 155-184.

12. (with RIVIERE, N.M.) *Asymptotic behavior of free boundaries at their singular prints.* « Ann. of Math. », 106, 309-317 (1977).
13. (with RIVIERE, N.M.) *The smoothness of the stress tensor for elastic plastic torsion.* « Arch. Rat. Mech. Analysis »,
14. *Some aspects of the one phase Stefan problem.* « Indiana Journal of Math. », 27, 73-77 (1978).
15. (with FRIEDMAN, A.) *The dam problem with two layers.* « Arch. Rat. Mech. Analysis », 68, 125-154.
16. (with FRIEDMAN, A.) *Asymptotic estimates for the dam problem with several layers.* « Indiana Journal of Math. », 27, 551-580 (1978).
17. (with FRIEDMAN, A.) *The free boundary for elastic-plastic torsion problems.* « Trans. A.M.S. », 252, 65-97.
18. (with FRIEDMAN, A.) *Reinforcement problem in elastoplasticity.* « Rocky Mountain Math. J. », 10, 155-184.
19. (with FRIEDMAN, A.) *The obstacle problem for the biharmonic operator.* « Annali Sc. Nor. di Pisa », 6 (4), 151-184.
20. (with FRIEDMAN, A.) *Continuity of the temperature in the Stefan problem.* « Indiana Jour. of Math. », 28, 53-70.
21. (with FRIEDMAN, A.) *Continuity of the density of gas flow in porous medium.* « Trans. A.M.S. », 252, 99-113.
22. (with FRIEDMAN, A.) *The one phase Stefan problem and the porous medium equation: Continuity of the Solution in n-space dimensions.* « Proc. Nat. Acad. Sci. », 75, 2084 (1978).
23. (with FRIEDMAN, A.) *The free boundary in the Tomas-Termi Atomic Model.* « J. Diff. Equations », 32, 335-356.
24. (with FRIEDMAN, A.) *The shape of axisymmetric rotating fluids.* « J. Funct. Anal. », 35, 109-142.
25. (with FRIEDMAN, A.) *Regularity of the free boundary for the one dimensional flow gas in a porous medium.* « Amer. Jour. of Math. », 101, 1193-1218.

26. (with FRIEDMAN, A.) *Regularity of the solution of the quasi-variational inequality for the impulse control problem.* « Comm. in P.D.E. », 3, 745-753 (1978).
27. (with FRIEDMAN, A.) *Regularity of the solution of the quasi-variational inequality for the impulse problem II.* « Comm. in P.D.E. », 4, 279-292.
28. *Further regularity in the Signorini problem.* « Comm. in P.D.E. », 4, 1067-1075.
29. (with BREZIS, H. and FRIEDMAN, A.) *Reinforcement problems for elliptical equations and variational inequalities.* « Ann. di Mat. Pura Appl. », Ser. 4, 123, 219-246.
30. (with GILARDI, G.) *Monotonicity properties of two dimensional flow in porous media.* « Ann. Scuola Normale di Pisa », Ser. IV, 7, (3), 523-537 (1980).
31. (with FRIEDMAN, A.) *Reinforcement problems in elastoplasticity.* « Rocky Mountain J. of Math. », 10, 155-184.
32. (with FRIEDMAN, A. and POZZI, G.) *Reflection methods in the elastic plastic torsion problem.* « Indiana Univ. Math. J. », 29, 205-228.
33. (with FRIEDMAN, A.) *Regularity of the free boundary of a gas flow in a n-dimensional porous medium.* « Indiana Univ. Math. J. ».
34. (with FRIEDMAN, A.) *Sequential analysis of several simple hypotheses for a diffusion process and the corresponding free boundary problem.* « Pacific Jour. of Math. », 93 (1), 49-94 (1981).
35. (with FRIEDMAN, A.) *Unloading in the elastic-plastic torsion.* 41, 186-187 (1981).
36. (with FRIEDMAN, A. and TORELLI, A.) *The free boundary for a fourth order elliptic operator.* « Ill. J. Math. », 25, 402-422 (1981).
37. *Compactness methods in free boundary problems.* « Comm. in P.D.E. », 5, 427-448.

38. (with EVANS, L.C.) *Continuity for the two-phase Stefan problem.* « Arch. Rat. Mech. Analysis », 18 (3), 199-220 (1983).
39. (with FRIEDMAN, A.) *Asymptotic estimates for the plasma problem.* « Duke J. », 47, 705-742.
40. (with FRIEDMAN, A.) *A free boundary problem associated with a semilinear parabolic equation.* « Comm. in P.D.E. », 5, 969-981.
41. (with FRIEDMAN, A. and TORELLI, A.) *The two-obstacle problem for biharmonic operator.* « Pacific Journ. of Math. », 103, 325-335 (1982).
42. (with FRIEDMAN, A.) *Axially symmetric infinite cavities.* « Indiana Univ. Math. J. », 31, 135-160 (1982).
43. (with ALT, H.W.) *A problem in the calculus of variations with a free boundary.* « Jour. Reine und Ang. Math. », 325-335.
44. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *Axially symmetric jet flow.* « Archive Rat. Mech. and Analys. », 81, 97-149 (1983).
45. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *Asymmetric jet flows I.* « Comm. Pure App. Math. », 25 (1), 29-68 (1982).
46. (with FRIEDMAN, A. and VISINTIN, A.) *A free boundary problem describing transition in a superconductor.* « SIAM J. Math. Analys. ».
47. (with FABES, E.B., MORTOLA, S. and SALSZA, S.) *Boundary behavior of solutions of elliptic divergence equations.* « Indiana Jour. of Math. », 30, 621-640 (1981).
48. (with KOHN, R. and NIRENBERG, L.) *Partial Regularity of suitable weak solutions of the Navier-Stokes equations.* « C.P.A.M. », 35, 771-831 (1982).
49. (with FABES, E. and KENIG, C.) *Pure singular harmonic measures.* « Indiana Jour. of Math. », 30, 917-924 (1981).
50. *The Hausdorff measure of a free boundary and the convergence of coincidence sets.* « Bollettino U.M.I. », Ser. V, 18, 109-113 (1981).

51. (with KINDERLEHRER, D.) *Potential methods in variational inequalities.* « Jour. D'Annal », 38, 285-295 (1981).
52. *Regularity theorems for weak solutions of some nonlinear elliptic systems.* « C.P.A.M. », 35 (6), 833-838 (1982).
53. (with GIDAS, B. and SPRUCK, J.) *On multimeron solutions of the Yang-Mills equations.* « Comm. Math. Phys. », 87 (4), 485-495 (1982-83).
54. (with ARONSON, D.) *The initial trace of a solution of the porous medium equation.* « Trans. Amer. Math. Soc. », 280, 351-366 (1983).
55. (with BREZZI, F.) *Convergence of the discrete free boundaries for finite element approximations.* « Rairo Anal. Numer. », 17 (4), 385-395 (1983).
56. (with SPRUCK, J.) *Convexity properties of solutions to some classical variational problems.* « C.P.D.E. », 7 (11), 1337-1379 (1982).
57. (with ARONSON, D. and KAMIN, S.) *How the free boundary of a gas flow in a porous medium starts to move.*
58. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *Jet flows with gravity.* « Jour. Reine and Angew. Math. », 331, 58-103 (1982).
59. (with BREZZI, F.) *Convergence of free boundaries for finite element approximations.*
60. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *Jets with two fluids.* « Indiana Journal », 33, 213-247 (1984).
61. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *Jets with two fluids, II.* « Indiana Journal », 33, 367-391 (1984).
62. (with ARONSON, D.) *The initial trace of a gas flowing in porous medium.*
63. (with LITTMAN, W.) *Representation formulas for solutions to $\Delta u - u = 0$ in R^n .* « Studies in P.D.E. », 249-263.
64. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *A free boundary problem for quasi-linear elliptic equations.* « Annali di Pisa », 11 (4), 1-44 (1984).

65. (with HARDT and SIMON) *Minimal Surfaces with Isolated Singularities*. « *Man. Math.* », 48, 1-18 (1984).
66. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *Variational problems with two phases and their free boundary*. « *Trans. Amer. Math. Soc.* », 282, 431-461 (1984).
67. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *The dam problem with two fluids*. « *Comm. Pure Appl. Math.* », 37, 601-646 (1984).
68. (with KOHN, R. and NIRENBERG, L.) *First order interpolation inequalities with weights*. « *Comp. Math.* », 53 (3), 259-275 (1984).
69. (with AGUILERA, N. and ALT, H.W.) *An optimization problem with volume constraint*. « *SIAM J. Control Option* », 24 (2), 191-198 (1986).
70. *Variational problems with free boundaries*. Proc. Intern. Congress of Math. Warsaw, pp. 1161-1163 (1983).
71. (with AGUILERA, N. and SPRUCK, J.) *An optimization problem in heat conduction*. « *Am. Sc. Norm. de Pisa* » (to appear).
72. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *Jets and cavities for compressible fluids*. « *Jour. Diff. Eq.* », 56, 82-141 (1985).
73. *The Dirichlet problem for non-linear second order elliptic equations*.
 I. (with NIRENBERG, L. and SPRUCK, J.) *Monge Ampere equation*. « *C.P.A.M.* », 37, 369-402 (1984).
 II. (with KOHN, J.J., NIRENBERG, L. and SPRUCK, J.) *Complex Monge-Ampere and uniformly elliptic equations*. « *C.P.A.M.* », 38, 209-252 (1985).
 III. (with NIRENBERG, L. and SPRUCK, J.) *Functions of the eigen values of the Hessian*. « *Acta. Mat.* », 155, 261-301 (1987).
 IV. *Starshaped compact Weingarten hypersurfaces*.
74. (with ARONSON, D. and VAZQUEZ, J.L.) *Interfaces with a corner point in one-dimensional porous medium flow*. « *C.P.A.M.* », 38, 374-404 (1985).

75. (with FRIEDMAN, A.) *Regularity of the boundary of the support of a capillary drop on an inhomogeneous plane and related variational problems.* « *Revista Mat. Iberoamericana* », 1 (1), 61-84 (1985).
76. (with ALT, H.W. and FRIEDMAN, A.) *Abrupt and smooth separation of free boundaries in flow problems.* « *Annali di Pisa* », 12 (1), 137-172 (1985).
77. (with FRIEDMAN, A.) *Convexity of solutions of semilinear elliptic equations.* « *Duke Math. J.* », 5 (2), 431-456 (1985).
78. (with FRIEDMAN, A.) *Partial regularity of the zero-set of solutions of linear and superlinear elliptic equations.* « *Jour. of Diff. Equat.* », 60 (3), 420-433 (1985).
79. (with FRIEDMAN, A.) *A singular perturbation problem for semiconductors.* « *Bulletino U.M.I.* », 1 (B) (1987).
80. (with AGUILERA, N.E.) *Regularity results for discrete solutions of second order elliptic problems in the finite element method.* « *Calcolo* », 23 (4), 327-354 (1986).
81. (with NIRENBERG, L. and SPRUCK, J.) *On a form of Bernstein theorem* (to appear).
82. (with FRIEDMAN, A.) *A nonlinear evolution problem associated with electropaint process.* « *SIAM J. Math. Anal.* ».
83. (with FRIEDMAN, A.) *Differentiability of the blow-up curve for one dimensional nonlinear wave equation.* « *Arch. Rat. Mech. and Anal.* », 91 (1), 83-98 (1985).
84. (with FRIEDMAN, A.) *The blow-up boundary for nonlinear wave equations.* « *Trans. Amer. Math. Soc.* », 297 (6), 223-241 (1987).
85. *The Differentiability of the free boundary for the n-dimensional porous media equation.* In: *Directions in P.D.E.*, Crandall *et al.*, Ed. A.P. (1987).
86. *A Harnack inequality approach to the regularity of free boundaries.* « *C.P.A.M.* », 39, 41-45 (1986).

87. (with NIRENBERG, L. and SPRUCK, J.) *The Diridilet problem for the degenerate Mouge-Ampere equation.* « Rev. Math. Iberoamericana », 1, 19-27 (1986).
88. (with VAZOUENZ, J. and WOLAWSKI, N.) *Lipschitz continuity of solutions and interfaces of the n-dimensional porous medium equation.* « Indiana Jour. of Math. », 36 (2), 373-401 (1987).