

Bilbao, December 5, 2017

## Fabio PIZZICHILLO will defend his doctoral thesis

Fabio PIZZICHILLO joined [BCAM-Basque Center of Applied Mathematics](#) as a PhD Student (Predoc Severo Ochoa 2014) within the [Linear and Non-Linear Waves](#) Research Line in 2014, coming from the Università degli Studi di Bari, Italy, where he obtained his diploma and master degrees. His research is supported by the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness MINECO: BCAM Severo Ochoa accreditation SEV-2013-0323, grant SVP-2014-068458 since 2014.

His PhD thesis has been directed by [Luis VEGA](#), Scientific Director of [BCAM](#).

The defense of his doctoral thesis:

### *Singular Perturbations for the Dirac Hamiltonian*

will take place on **December 15, 2017, 12:00h**, Salón de Grados, Science and Technology Faculty (UPV/EHU Leioa, Basque Country, Spain)

Abstract:

This thesis is devoted to the study of the Dirac Hamiltonian perturbed by delta-type potentials and Coulomb-type potentials.

We analysed the delta-shell interaction on bounded and smooth domains and its approximation by the coupling of the free Dirac operator with shrinking short-range potentials. Under certain hypothesis of smallness of a regular potential, in three dimensions, we prove that the Dirac operator coupled with a suitable rescaling of the potential converges to the Hamiltonian coupled with the delta-shell potential, in the strong resolvent sense. Nevertheless, the coupling constant depends non-linearly on the potential: Klein's Paradox comes into play.

As a particular case, we pay to focus on the Dirac Operator with spherical delta-shell interactions. We characterise the eigenstates of the couplings by finding sharp constants and minimisers of some precise inequalities related to an uncertainty principle. We also explore the spectral relation between the shell interaction and its approximation by short-range potentials with shrinking support, improving previous results.

Finally, we investigate the Dirac operator perturbed by a particular class of Coulomb-type spherically symmetric potentials. We describe the self-adjoint realisations of this operator in terms of the behaviour of the functions of the domain in the origin, and we provide Hardy-type estimates on them. At the end, we describe the distinguished extension.

## Fabio PIZZICHILLO defiende su tesis doctoral

Fabio PIZZICHILLO se unió a [BCAM-Centro Vasco de Matemática Aplicada](#) como estudiante de doctorado de la Línea de Investigación [Linear and Non-Linear Waves](#) en 2014, procedente de la Universidad de Bari, Italy, donde obtuvo su diploma de licenciatura y maestría. En 2014 fue becado por el MINECO-Ministerio de Economía y Competitividad: BCAM-Acreditación Severo Ochoa SEV-2013-0323, grant SVP-2014-068458.

Su tesis de doctorado ha sido dirigida por [Luis VEGA](#), Director Científico de [BCAM](#).

La defensa de su tesis doctoral:

### *Perturbaciones Singulares del Hamiltoniano de Dirac*

será el **15 de Diciembre de 2017, a las 12:00h**, Salón de Grados, de la Facultad de Ciencia y Tecnología (UPV/EHU Leioa, País Vasco, Spain)

Resumen:

Esta tesis está basada sobre el estudio del Hamiltoniano de Dirac perturbado por potenciales de tipo delta-shell y potenciales de tipo Coulomb.

Hemos analizado la interacción de tipo delta-shell sobre dominios acotados y regulares, y hemos estudiado su aproximación por el acoplamiento del operador de Dirac libre con un potencial regular. Bajo ciertas hipótesis de pequeñez del potencial regular, hemos probado que, en dimensión tres, el operador de Dirac acoplado con el potencial re-escalado apropiadamente converge al Hamiltoniano acoplado el potencial de tipo delta-shell. Sin embargo, la constante de acoplamiento depende de manera no lineal del potencial: es aquí donde interviene la paradoja de Klein.

Como caso particular, hemos analizado el operado de Dirac acoplado con una interacción de tipo delta-shell sobre una esfera. Hemos caracterizado los estados fundamentales de las constantes de acoplamiento, encontrando constantes óptimas y minimizadores de algunas desigualdades relacionadas con principios de incertidumbre. Hemos explorado la relación espectral entre la interacción de tipo delta-shell y su aproximación por operadores regulares, mejorando los resultados ya conocidos.

Finalmente, hemos investigado el operador de Dirac acoplado con una clase particular de potenciales esféricos de tipo Coulomb. Hemos descrito los dominios de las extensiones autoadjuntas de este operador en términos del comportamiento de las en el origen, desarrollando además estimaciones de tipo Hardy. Por último, por este operador, hemos descrito la extensión llamada distinguida.