

# **Convocatoria de Ayudas Beatriz Galindo**

## **Impacto en la Universidad**

**(hasta 25 puntos)**

**1.º Impacto en la mejora de la prestación y gestión de los servicios de I+D+I de la Universidad, hasta 12,5 puntos.**

**2.º Impacto en el Proyecto Docente e Investigador de la Universidad, hasta 12,5 puntos.**

La Matemática Aplicada desarrolla herramientas teóricas y numéricas para la resolución de problemas que aparecen en áreas fundamentales, en ciencias básicas, u otros dominios de interés actual tales como las finanzas. En esta convocatoria de ayudas Beatriz Galindo nos enfocamos en problemas matemáticos muy concretos que aparecen en el dominio de la fotónica no lineal, y en concreto en la dinámica y formación de peines de frecuencias. La fotónica es una temática crucial y de gran importancia estratégica para la Comisión Europea, tal como lo demuestra la planificación de una inversión de 480 millones de euros en esta temática en el contexto de su estrategia “Horizon Europe”. Mediante esta importante inversión se pretende conseguir una mayor independencia tecnológica de la Unión Europea y potenciar las numerosas aplicaciones de la fotónica. En particular, los peines de frecuencias, objeto de esta investigación, encuentran numerosas aplicaciones, como por ejemplo en metrología, telecomunicaciones, defensa, astronomía, medicina, espectroscopia, química, detección, y microscopía, entre muchas otras.

La actividad investigadora se desarrollará en el Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada (IUMPA). En este instituto se ha impulsado de manera tradicional la aplicación de las matemáticas a ámbitos tan diversos como la biología, la fotónica, la economía, o la medicina. El investigador distinguido va a poder desarrollar sus actividades en un marco excelente, integrándose en la línea de Matemática Aplicada. En estas circunstancias, el candidato va a encontrar el impulso necesario para una rápida incorporación en las estructuras de la UPV, impulso que será necesario para que el investigador pueda desarrollar libremente sus propias líneas de investigación.

El investigador tendrá una importante experiencia en universidades extranjeras, lo que le permitirá tener una amplia lista de colaboradores en distintas instituciones internacionales. Los proyectos que puedan crearse gracias estos colaboradores impactará en la universidad de manera positiva mediante el incremento de la visibilidad y prestigio de la UPV a nivel

internacional. Esto traerá como consecuencia la atención de nuevos estudiantes de doctorado o post-docs mediante programas con elevada reputación como el MSCA. Además, este aumento de visibilidad no solamente se refleja en la atracción de talento exterior, sino que también incrementará las posibilidades de la captación a nivel nacional de doctorandos y postdocs mediante programas como las becas FPI o las financiaciones Juan de la Cierva y Margarita Salas.

En el seno del DMA, el candidato también podrá dirigir trabajos de final de grado y máster. Mediante esta transferencia de conocimiento los estudiantes, además de ganar en autonomía, podrán aprender técnicas de matemáticas avanzadas con amplias aplicaciones en prácticamente todos los dominios del conocimiento. Una mejora de las competencias de los estudiantes salientes de la UPV no solo incrementará de manera directa el prestigio de la universidad, sino que también tendrá una importante repercusión en la competitividad de la sociedad a todos los niveles. Dirigir trabajos de final de título también lleva asociado la un aumento de posibles estudiantes que quieran continuar la investigación mediante una tesis doctoral. Esto impactaría positivamente en el IUMPA, pues inevitablemente se aumentaría el número de trabajos publicados por el instituto, y como consecuencia, por la UPV.

El candidato que buscamos debe ser un experto en la resolución de las Ecuaciones en Derivadas Parciales y deberá tener además publicaciones de prestigio que así acrediten con aplicaciones en el ámbito de la Física, especialmente a partir de la resolución de las ecuaciones de Maxwell. Esto le permitirá encajar fácilmente en el IUMPA y participar en los diferentes proyectos que se estén desarrollando por otros miembros del instituto. El investigador proporcionará una visión más amplia de la coyuntura científica actual, lo que conlleva un ensanchamiento de la audiencia a la cual irán dirigidas las publicaciones, y por consiguiente, a una mayor repercusión de la producción científica. Su experiencia en el análisis de peines de frecuencia no sólo enriquecerá las líneas ya existentes en el IUMPA sobre esta temática, si no que se espera que pueda ofrecer las suyas propias.

Idealmente el candidato tendrá experiencia e interés en trabajar junto a grupos experimentales. Tal característica del investigador facilitará el contacto entre el IUMPA, un instituto centrado en los aspectos más matemáticos, y otros institutos tales como el NTC o el iTEAM donde se trabaja desde una perspectiva mucho más aplicada. Las consecuencias de un tal entendimiento podrían recompensar de manera directa y múltiple a la UPV. Desde un

punto de vista académico, los trabajos científicos que ofrecen resultados novedosos tanto teórico/matemáticos como experimentales tienen mayores probabilidades de ser aceptados en revistas de elevado factor de impacto del D1. Publicaciones en revistas de los grupos *Nature* y *Science* así como otras de enorme prestigio tales como *Physical Review Letters* u *Optica* serán un objetivo realista a este tipo de colaboraciones. Además de publicar en estas revistas prestigiosas, también se podrían publicar los algoritmos que se hayan desarrollado en el contexto de estas colaboraciones en revistas especializadas como por ejemplo *SIAM Journal on Numerical Analysis* o *Journal of Computational Physics*. Estos algoritmos podrían hacerse accesibles libremente (open access) mediante su publicación en repositorios de propósito general como [github](#). Por otro lado, y no menos importante, una conjunción de grupos teóricos y experimentales tendrá más posibilidades de ofrecer resultados muy innovantes que podrían llevar a la creación de patentes, que se podrían comercializar por la UPV a través de spin-offs.

En definitiva, una buena adaptación del candidato acarreará un importante impacto en la UPV en el futuro próximo/medio, que se fundamenta en un círculo virtuoso entre investigador y universidad. El candidato será capaz de desarrollar su trabajo en una temática de alta actividad en la ciencia actual, el cual es un contexto inmejorable para la obtención de fondos. Dado el entorno favorable en el que se encontrará el candidato, los trabajos llevados a cabo en la UPV podrán optar a ser publicados en revistas de gran repercusión. Esto conlleva que la UPV se convierta en nodo de conocimiento, aumentando su prestigio tanto nacional como internacional. Tenemos la seguridad que, dado el historial investigador del candidato y el momento de su carrera en el que se encuentra, el investigador tendrá un curriculum y reconocimientos suficiente como para optar con muchas posibilidades a una ERC *starting grant* antes del 2026. Esta financiación podría representar hasta 1.5 M€ que podrían utilizarse para la contratación de personal y financiación de equipos científicos con un elevado coste difícilmente alcanzables por otros métodos. Además, dado que el candidato tendrá la oportunidad de crear su propio grupo, tendrá también unas elevadas probabilidades de éxito para de obtener una ERC *consolidator* (con una financiación máxima de 2 M€) después de 2026.

Además de la dirección de trabajos académicos, el investigador también impartirá docencia de grado, contribuyendo de manera significativa en la docencia correspondiente al DMA en el Grado de Ingeniería Física (ver proyecto de necesidad docente). Asimismo, el candidato

tendrá la oportunidad de dar su visión más transversal y aplicada, lo que repercutirá necesariamente en un aumento de las competencias de los alumnos. Adicionalmente, el investigador podría impartir una nueva asignatura de carácter optativo en el cuarto curso sobre la resolución numérica de las ecuaciones de Maxwell en diferentes sistemas. Esta asignatura proporcionará a los estudiantes una visión muy interesante, dado que el investigador tiene una experiencia aplicada del problema, que podría fácilmente traducirse en una mayor capacidad de los alumnos para resolver problemas que aparecen tanto en el ámbito académico como en la ingeniería.

También se espera que el candidato participe en el Máster Universitario en Investigación Matemática, donde también podrá aportar su experiencia en investigación y donde su contribución podría ser de un alto valor, sobretodo en asignaturas tales como física Matemática o Matemáticas para la Industria. El candidato también participará en actividades de divulgación científica dirigidas al público en general, como Semana de la Ciencia, o Praktikum UPV. El candidato también se involucrará en [math-in.net](http://math-in.net), una red de grupos de investigación en matemáticas con el fin, entre otros, de formentar y llevar a cabo transferencia de tecnología matemática al ámbito empresarial e industrial. Además, el candidato también dará charlas y preparará actividades interactivas para colegios e institutos de secundaria. Estas actividades son muy importantes y permiten un acercamiento de la ciencia a los más jóvenes. Con esta aproximación a la educación secundaria se pretende, en primer lugar, democratizar el acceso al conocimiento, haciendo especial hincapié en aquellas personas que por razones sociales no tienen acceso a una visión diferente de la ciencia que pueda despertar su interés. En segundo lugar, avanzar en uno de los mayores desafíos a los cuales se enfrenta la ciencia e ingeniería actual, estimular la participación de mujeres a emprender sus estudios y seguir una carrera en tecnología.

### *English Version*

Applied Mathematics develops theoretical and numerical tools for solving problems in fundamental areas, basic sciences, or other domains of current interest, such as finance. In this call for Beatriz Galindo grants, we focus on particular mathematical problems that appear in the field of nonlinear photonics and specifically in the dynamics and formation of frequency combs. Photonics is a crucial topic of great strategic importance for the European Commission, as evidenced by the planning of an investment of 480 million euros in this topic in the context of its “Horizon Europe” strategy. Through this vital investment, the aim is to achieve greater technological independence from the European Union and promote the numerous applications of photonics. In particular, frequency combs, the object of this research, find multiple applications, such as in metrology, telecommunications, defense, astronomy, medicine, spectroscopy, chemistry, detection, and microscopy, among many others.

The research activity will be carried out at the Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada (IUMPA). This institute has traditionally promoted the application of mathematics to fields as diverse as biology, photonics, economics, and medicine. The distinguished researcher will be able to develop his/her activity within an excellent frame, integrated in the research line of Applied Mathematics. Therefore he/she will be able to carry out his activities in an excellent setting. In these circumstances, the candidate will find the necessary impetus for rapid incorporation into the structures of the UPV. This impulse will be essential for the researcher to develop their lines of research.

The researcher will have significant experience in foreign universities, allowing him to have an exhaustive list of collaborators in different international institutions. The projects that can be created thanks to these collaborators will positively impact the university by increasing the visibility and prestige of the UPV at a global level. Consequently, this will bring the attention of new doctoral students or postdocs through programs with a high reputation, such as the MSCA. In addition, this increased visibility is not only reflected in the attraction of foreign talent. Still, it will also increase the possibilities of attracting doctoral students and postdocs at the national level through programs such as the FPI scholarships or the Juan de la Cierva and Margarita Salas grants.

Within the DMA (Department of Applied Mathematics), the candidate will also be able to direct final degree and master's projects. Through this transfer of knowledge, in addition to gaining autonomy, students will be able to learn advanced mathematical techniques with wide applications in practically all domains of knowledge. Improving the skills of outgoing UPV students will not only directly increase the university's prestige. Still, it will also have a significant impact on the competitiveness of society at all levels. Directing end-of-study projects also increases potential students who want to continue their research through a doctoral thesis. This would positively impact the IUMPA, since the number of papers published by the department would inevitably increase, and consequently, the UPV. Student management not only benefits the UPV, but also has a positive impact on the candidate. In the first place, the researcher can delegate small projects, which would allow him to increase his production since he could cover a more significant number of lines of research. On the other hand, in most highly competitive public calls, such as PROMETEO (regional) or ERC (European), it is required to have officially supervised both end-of-study projects and doctoral theses. It would therefore be through knowledge transfer that the candidate will also increase his chances of obtaining his financing and, ultimately, his and the UPV's prestige.

The candidate we are looking for must be an expert in the solution of Partial Differential Equations and should have prestigious publications proving it, with applications in the frame of Physics, especially in the solution of Maxwell equations. This will allow the candidate to easily fit into the IUMPA and participate in the projects other institute members are developing. The researcher will provide a broader vision of the current scientific situation, which entails broadening the audience to which the publications will be directed, and, consequently, a more significant impact of scientific production. His experience in analyzing frequency combs will not only enrich the lines already existing in the IUMPA on this subject but it is hoped that he will be able to offer his own.

Ideally, the candidate will have experience and interest in working with experimental groups. Such a characteristic of the researcher will facilitate contact between the IUMPA, and an institute focused on the most mathematical aspects and other institutes such as the NTC or the iTEAM where work is done from a much more applied perspective. The consequences of such an understanding could directly and multiple reward the UPV. From an academic point of view, scientific papers that offer novel theoretical/mathematical and experimental results

are more likely to be accepted in journals with a high D1 impact factor. Publications in journals of the Nature and Science groups and others of enormous prestige such as Physical Review Letters or Optica will be a realistic objective for this type of collaboration. In addition to publishing in these prestigious journals, the algorithms that have been developed in the context of these collaborations could also be published in specialized journals such as the SIAM Journal on Numerical Analysis or the Journal of Computational Physics. These algorithms could be made freely accessible (open access) by publishing them in general-purpose repositories such as [github](#). On the other hand, and no less important, a conjunction of theoretical and experimental groups will have more possibilities of offering very innovative results that could lead to the creation of patents, which the UPV could commercialize through spin-offs.

In short, a good adaptation of the candidate will have a significant impact on the UPV in the near/medium future, which is based on a virtuous circle between researcher and university. The candidate will be able to develop his work in a topic of high activity in current science, which is an unbeatable context for obtaining funds. Given the favorable environment in which the candidate will find himself, the works carried out at the UPV may opt to be published in journals of great repercussion. This means that the UPV becomes a node of knowledge, increasing its prestige both nationally and internationally. We are sure that, given the research history of the candidate and the stage of his career in which he finds himself, the researcher will have a sufficient curriculum and recognition to be able to apply for an ERC starting grant before 2026. This funding could represent up to €1.5 million that could be used to hire staff and finance high-cost scientific teams that are difficult to achieve by other methods. In addition, since the candidate will have the opportunity to create his own group, he will also have a high chance of success in obtaining an ERC consolidator (with a maximum funding of €2M) after 2026.

Apart from that supervision of academic works, the researcher will also teach courses at degree level. The candidate will contribute significantly to the teaching corresponding to the DMA in the degree on Physics Engineering (see teaching needs project). Likewise, the candidate will have the opportunity to give their most transversal and applied vision, which will increase the students' competencies. Additionally, the researcher could teach a new optional subject in the fourth year on the numerical resolution of Maxwell's equations in different systems. This subject will provide students with a fascinating insight since the

researcher has an applied experience of the problem, which could easily translate into a more remarkable ability of students to solve problems that appear both in the academic and engineering fields.

The candidate is also expected to participate in the Master's Degree in Mathematical Research, where he will be able to contribute his research experience and where his contribution could be of high value, especially in subjects such as Mathematical Physics or Mathematics for Industry. The candidate will also participate in scientific outreach activities aimed at the general public, such as Science Week, or Praktikum UPV. The candidate will also be involved in [math-in.net](http://math-in.net), a network of mathematical research groups with the aim, among others, of promoting and transferring mathematical technology to industry and business environments. In addition, the candidate will also give talks and prepare interactive activities for schools and high schools. These activities are very important and allow an approach of science to the youngest. With this approach to secondary education, it is intended, firstly, to democratize access to knowledge, with special emphasis on those people who, for social reasons, do not have access to a different vision of science that may arouse their interest. Second, to advance in one of the greatest challenges facing science and engineering today, to encourage the participation of women to undertake their studies and pursue a career in technology.