



PROYECTO JUNIOR PIJ-15-22

"Restauración de imágenes mediante un esquema de optimización con operadores no locales de tipo fraccionario. Aplicación a imágenes satelitales"

En la ciudad de Quito D.M., a los veinte y seis días del mes de abril del año dos mil diecinueve, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Junior **PIJ-15-22: "Restauración de imágenes mediante un esquema de optimización con operadores no locales de tipo fraccionario. Aplicación a imágenes satelitales"**, por una parte la **Dra. Alexandra Alvarado** en calidad de **Vicerrectora de Investigación y Proyección Social** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra el **Dr. Miguel Ángel Yangari Sosa** en calidad de **Director del Proyecto de Investigación Junior Pij-15-22**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) El 4 de mayo de 2015, al amparo de lo dispuesto por el Consejo de Investigación y Proyección Social (CIPS), mediante Resolución Nro. 22, se aprueba el cronograma para la convocatoria de proyectos de investigación 2015.
- b) El 11 de mayo de 2015, al amparo de lo dispuesto por el Consejo de Investigación y Proyección Social (CIPS), mediante Resolución Nro. 32, se ratifica el calendario para los proyectos de investigación aprobado en la Resolución Nro. 22.
- c) Una vez realizado el proceso de evaluación de los proyectos de investigación de la convocatoria 2015, en sesión ordinaria del 21 de septiembre de 2015 y al amparo de lo dispuesto por CIPS, mediante Resolución Nro. 53, se resuelve aprobar el informe final de los proyectos de investigación propuestos de la convocatoria 2015, entre ellos el denominado: **"Restauración de imágenes mediante un esquema de optimización con operadores no locales de tipo fraccionario. Aplicación a imágenes satelitales"** presentado por el Dr. Miguel Ángel Yangari Sosa.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código de Proyecto	PIJ-15-22
Nombre del Proyecto	Restauración de imágenes mediante un esquema de optimización con operadores no locales de tipo fraccionario. Aplicación a imágenes satelitales.
Director del Proyecto	YANGARI SOSA MIGUEL ANGEL
Colaborador del Proyecto	DE LOS REYES BUENO JUAN CARLOS
Departamento	Departamento de Matemática (DM)
Líneas de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Modelización matemática y cálculo científico • Optimización matemática y control

*Recibido
25-04-2019*



Objetivo	Desarrollar una metodología basada en modelos de optimización binivel usando operadores fraccionarios para el relleno de imágenes.
Duración del Proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Inicio: 01 de marzo de 2016• Fecha de fin planeada: 01 de marzo de 2018• Fecha de fin prórroga ordinaria: 31 de diciembre de 2018
Entrega del Informe Final	20 de febrero de 2019
Presupuesto asignado	\$ 80.000,00 USD (ochenta mil dólares americanos con 00/100)
Presupuesto ejecutado	\$ 63.216,71 USD (sesenta y tres mil doscientos dieciséis dólares americanos con 71/100)

3. INFORME FINAL:

Con Memorando Nro. EPN-DM-2019-0078-M del 19 de febrero de 2019, suscrito por el Dr. Diego Recalde, Jefe subrogante del Departamento de Matemática, se presenta al Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social - VIPS, el informe final del Proyecto Junior PIJ-15-22. La información fue recibida y revisada por la Dirección de Investigación y Proyección Social - DIPS.

La documentación entregada por el director del proyecto PIJ-15-22 se anexa a la presente acta y forma parte integrante de la misma, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- Se evidencia la robustez de la teoría de las ecuaciones diferenciales que involucran operadores no locales, pues se ha podido encontrar resultados de existencia, unicidad, principios de comparación, convergencia a la solución del estado estable, tasas y velocidad de convergencia. Es importante notar, que los artículos "*Existence and Uniqueness for Parabolic Problems with Caputo Time Derivative*" y "*Weakly coupled systems of parabolic Hamilton - Jacobi equations with Caputo time derivative*", son investigaciones pioneras en el marco de las soluciones viscosas que involucran operadores no locales tipo Caputo en la variable temporal, las cuales han abierto un área de estudio que actualmente está siendo explotada por investigadores de varias partes del mundo, en particular Ecuador, Chile y Francia.
- El estudio de problemas parabólicos que involucran operadores no locales han demostrado, además de tener un gran interés en el análisis matemático, una gran aplicabilidad en distintas áreas, como por ejemplo fenómenos relacionados a procesos estocásticos anómalos, problemas en física, finanzas, etc. También ha demostrado ser útil cuando se trabaja en el procesamiento de imágenes, pues la no localidad del kernel en el operador de difusión permite tomar información de partes lejanas al punto donde se está trabajando para recopilar información y poder realizar el mejoramiento de las imágenes.
- Debido a la cantidad de información requerida para realizar un modelamiento numérico de este tipo de modelos, un esquema estándar de discretización



requiere de demasiados recursos computacionales, tanto de memoria como de procesamiento. Por tal motivo, fue necesario hacer un truncamiento para poder construir matrices que aproximen la original, pero que sean computacionalmente tratables.

- Debido a la complejidad computacional provocada por la singularidad de kernel asociado al operador no local, la aplicación de los esquemas numérico a imágenes satelitales no ha podido ser realizada hasta el momento en su totalidad. Sin embargo, se realizaron experimentos con parámetros fijos y varios tipos de imágenes, para determinar la influencia del término no-local en la reconstrucción.

PRODUCTOS:

1. Artículo publicado: *Propagation speed for fractional cooperative systems with slowly decaying initial conditions*; Yangari, M.; *Communications in Mathematical Analysis (Q4)*; octubre 2016; ISSN: 1938-9787.
2. Artículo publicado: *Existence and Uniqueness for Parabolic Problems with Caputo Time Derivative*; Yangari, M., Topp E.; *Journal of Differential Equations (Q1)*, marzo 2017; <https://dx.doi.org/10.1016/j.jde.2017.02.024>.
3. Artículo publicado: *Integro-differential systems of mixed type involving higher-order fractional Laplacians*; Yangari, M.; *Integral Transforms and Special Functions (Q2)*; octubre 2017; <https://doi.org/10.1080/10652469.2017.1393808>.
4. Artículo publicado: *Existence and uniqueness of weak solutions for nonlocal parabolic problems via the Galerkin method*; Yangari, M.; *Journal of Mathematical Analysis and Applications (Q1)*; marzo 2018; <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2018.03.058>.
5. Artículo publicado: *Weakly coupled systems of parabolic Hamilton-Jacobi equations with Caputo time derivative*; Yangari, M.; Topp. E.; *Nonlinear Differential Equation and Applications NoDEAD (Q1)*; Agosto 2018; <https://doi.org/10.1007/s00030-018-0532-8>.
6. Ponencia: *Exponential propagation for fractional reaction-diffusion cooperative systems with fast decaying initial conditions*; Yangari, M.; *V Latin American Congress of Mathematics*; julio 2016; Barranquilla, Colombia.
7. Ponencia: *Existencia y unicidad para problemas parabólicos con derivada temporal de Caputo*; Yangari, M.; *III Conferencia de Matemáticos Ecuatorianos en París*; abril 2017; París, Francia.
8. Ponencia: *Existence and Uniqueness for Parabolic Problems with Time Caputo Derivative*; Yangari, M.; *Seminario de investigación del equipo de análisis y ecuaciones diferenciales del LaMME*; abril 2017; París, Francia.
9. Ponencia: *Existence and uniqueness of parabolic problems with time Caputo derivative*; Yangari, M.; *V International Symposium on nonlinear PDE's and free boundary problems*; diciembre 2018; Buenos Aires, Argentina.



10. Ponencia: *Existencia y unicidad para problemas parabólicos con derivada temporal de Caputo*; Yangari, M.; Cuarta conferencia de Matemáticos Ecuatorianos en París; abril 2018; París, Francia.
11. Ponencia: *Sistemas débilmente acoplados con derivadas de Caputo en tiempo*; Yangari, M.; *Seminario de ecuaciones diferenciales*; mayo 2018; Santiago de Chile, Chile.
12. Ponencia: *A semi-infinite bilevel optimization approach for spatially-dependent parameter selection in total gener-alized variation image denoising*; De los Reyes, J.; *SIAM Conference on imaging Science*; junio 2018; Bolonia, Italia.
13. Ponencia: *Hamilton Jacobi systems involving Caputo time derivative*; Yangari, M.; *PDE's at Valparaíso*; diciembre 2018; Valparaíso, Chile.
14. Presentación a la comunidad politécnica: *Soluciones viscosas a problemas parabólicos fraccionarios*; Yangari, M.; *Encuentro de investigación y políticas científicas - La Facultad de Ciencias de cara a la sociedad*; abril 2018.
15. Planteamiento de un proyecto de mayor alcance titulado: Problemas en ecuaciones diferenciales parciales que involucran operadores locales y no locales, presentado para ser considerado en la Convocatoria 2018.
16. Proyecto de titulación de Matemáticas: *Estudio detallado de problemas parabólicos locales. Una introducción a problemas no locales*; Ubillús Garrido, Paúl Alejandro; julio 2018; <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19584>.

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

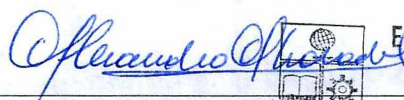
El Proyecto Junior PIJ-15-22 contó con asignación presupuestaria del VIPS de \$80.000,00 USD (ochenta mil dólares americanos con 00/100), y se ejecutó \$63.216,71 USD (sesenta y tres mil doscientos dieciséis dólares americanos con 71/100).

5. FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Junior PIJ-15-22: "**Restauración de imágenes mediante un esquema de optimización con operadores no locales de tipo fraccionario. Aplicación a imágenes satelitales**".

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los diecisiete días de abril del año dos mil diecinueve.



Dra. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de Investigación
y Proyección Social

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Y PROYECCIÓN SOCIAL



Dr. Miguel Yangari
Director del Proyecto Junior
PIJ-15-22

cr/cc

