

México, CDMX, 2 de Octubre 2022

Dr. Julián Alberto Fresán Figueroa  
Jefe del Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas  
División de Ciencias Naturales e Ingeniería  
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa

Asunto: **Informe del período sabático**

Estimados Dr. Fresán,

Se adjunta a continuación el informe sabático de medio término del Dr. Guillermo Chacón Acosta correspondiente al período del 3 de noviembre de 2021 al 2 de octubre de 2022.

De acuerdo con el programa, se realizaron investigaciones sobre la difusión en medios confinados y la difusión anómala en la dinámica de sistemas complejos y su relación con las características geométricas de los límites. Las actividades realizadas durante este periodo se dividen en dos categorías principales, las llevadas a cabo en el grupo de Física Teórica del Instituto de Física y Astronomía de la Universidad de Potsdam y las actividades adicionales previamente incluidas en la planificación del trabajo, incluyendo el seguimiento de las colaboraciones establecidas y el asesoramiento a los estudiantes.

#### **Actividades en el Instituto de Física y Astronomía de la Universidad de Potsdam**

- Durante toda la visita se participó activamente en los seminarios del grupo de Física Teórica del Prof. Dr. Ralf Metzler, que se celebran principalmente los viernes y en los que estudiantes, investigadores del instituto, investigadores invitados y visitantes presentan sus trabajos.
- El 28 de enero se presentó en el seminario del grupo la charla "**Geometric description of diffusion in narrow environments**".
- El 22 de julio se presentó en el seminario del grupo la charla "**Effective 1D heterogeneous diffusion in narrow channels**".
- Se han mantenido conversaciones con algunos investigadores de las que han surgido algunos temas específicos, que se enumeran a continuación:
  - Se han mantenido discusiones principalmente con el Prof. Dr. Ralf Metzler y el estudiante de doctorado Timo Dörries alrededor de los efectos de la geometría de la frontera en el transporte en un sistema poroso modelado por difusividad heterogénea. Se han calculado las difusividades efectivas para algunos casos particulares de coeficientes heterogéneos y se escribió un código de simulación browniano, y se ha iniciado la comparación de los resultados simulados con las expresiones analíticas obtenidas.

#### **Unidad Cuajimalpa**

**Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas**

**División de Ciencias Naturales e Ingeniería,**

Torre III, 8o. piso. Avenida Vasco de Quiroga 4871, Colonia Santa Fe Cuajimalpa

Alcaldía Cuajimalpa de Morelos C.P. 05348, Ciudad de México, México

Tel. +52 (55) 58046500 ext. 3863 Correo electrónico: [gchacon@cua.uam.mx](mailto:gchacon@cua.uam.mx)

[www.cua.uam.mx](http://www.cua.uam.mx)

- Se mantuvieron conversaciones con el Prof. Dr. Aleksei Chechkin y el Dr. Inti Pineda de la UAM-A, trabajando sobre condiciones de contorno alternativas para la difusión en canales estrechos. Obtuvimos las condiciones de contorno apropiadas para la ecuación de difusión para varias interacciones gas-pared, específicamente en el caso de la llamada reflexión difusa, ya sea elástica o inelástica. Con un análisis de perturbación de primer orden, obtenemos una ecuación de difusión efectiva en 1D similar a la llamada ecuación de Fick-Jacobs, pero con un término extra que explica los efectos de los diferentes tipos de frontera.
- Con el Dr. T. Sandev de la Universidad de Potsdam, la Academia de Ciencias y Artes de Macedonia, y el Dr. F. Sevilla del IF-UNAM, se estudia un modelo para la difusión 2D de partículas activas no interactuantes que considera una distribución arbitraria de los ángulos de dispersión en la dirección del movimiento. En este caso, el operador de tiempo en la correspondiente ecuación de Fokker-Planck generalizada se sustituye por un operador fraccionario en el sentido de Caputo. Se han obtenido los momentos de segundo y cuarto orden y ciertas expresiones exactas.
- A partir de discusiones con el Prof. Dr. R. Metzler y el Dr. T. Sandev, propusimos un modelo para un proceso de Levy dentro de un canal mediante el uso de una derivada fraccional de Riesz-Feller. Calculamos la correspondiente ecuación proyectada equivalente a la ecuación de Fick-Jacobs para este caso. Estamos en camino de calcular los momentos relacionados y las correcciones de orden superior.
- La generalización de la ecuación de Fick-Jacobs cuando la dinámica ocurre en una estructura tipo peine dentro de un canal estrecho, y se permite el reajuste estocástico. Con el Dr. T. Sandev y el Dr. E. Kaminski Lenzi hemos estudiado una generalización de la ecuación de Fick-Jacobs cuando la dinámica ocurre en una estructura tipo peine dentro de un canal estrecho, y se permite el reinicio estocástico. Se obtuvo la ecuación generalizada de Fick-Jacobs junto con una solución para el caso de un canal lineal. Todavía hay que encontrar otras soluciones para diferentes condiciones iniciales y formas de canal.
- Con la Dra. I. Petrevska y T. Sandev, estudiamos la interacción entre el modelo de peine y las propiedades geométricas que surgen en el confinamiento del canal. Se realizará un análisis más profundo.
- Las posibles heterogeneidades en el medio requieren considerar los términos de memoria en la difusión del canal que pueden modelarse con derivadas fraccionarias. Con la estudiante de doctorado Q. Wei discutimos el posible uso de diferentes derivadas fraccionarias para abordar el problema. Planeamos comparar las soluciones con estos operadores y el caso no fraccionario para estudiar el acoplamiento entre la geometría y el índice fraccionario. Se estudiarán algunos casos específicos.

Los anteriores son los temas principales que se trataron durante la visita; no obstante, se discutieron otros temas con el Prof. Dr. Metzler, el Dr. A. Chechkin, el Dr. T. Sandev, la Dra. I. Petrevska, el Dr. S. Thapa, el Dr. A. Cherstvy, el Dr. W. Wang, el Dr. Y. Liang, el Dr. K. Goswami, el Dr. P. Meyer y los estudiantes de doctorado T. Dörries, Q. Wei, C. Di Bello y E. Kalz.

#### Actividades en la Universidad de Barcelona

##### Unidad Cuajimalpa

##### Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas

##### División de Ciencias Naturales e Ingeniería,

Torre III, 8o. piso. Avenida Vasco de Quiroga 4871, Colonia Santa Fe Cuajimalpa

Alcaldía Cuajimalpa de Morelos C.P. 05348, Ciudad de México, México

Tel. +52 (55) 58046500 ext. 3863 Correo electrónico: [gchacon@cua.uam.mx](mailto:gchacon@cua.uam.mx)

[www.cua.uam.mx](http://www.cua.uam.mx)

- Durante el mes de junio y la primera semana de septiembre, se realizó una visita al Grupo de Física de la Materia Condensada del Prof. Dr. Miguel Rubí en la Universidad de Barcelona. Se mantuvieron varias discusiones con el Dr. Miguel Rubí, los estudiantes A. Arango, J. Torrenegra, y el Dr. D. Reguera.
- Se trabajó en la derivación de un coeficiente de difusión dependiente de la posición y el tiempo a partir de las fluctuaciones de los límites usando nuestro método geométrico. Se obtuvieron resultados positivos y se está preparando un manuscrito para su publicación.
- Iniciamos una charla con el Dr. Rubí y los estudiantes de doctorado a cerca de la influencia del flujo difusivo en las fronteras del canal del confinamiento, y se logró un progreso significativo. Se seguirá explorando este tema y se espera que se llegue una publicación en breve.
- Estos fueron los avances durante la visita, sin embargo, también tuvimos algunos debates interesantes con el Dr. D. Reguera, el Dr. P. Margaretti y los alumnos de doctorado A. Arango y J. Torrenegra.

#### Actividades adicionales

##### Periodo de Octubre a Diciembre de 2021

- Se envió a revisión, se respondió el arbitraje, se aceptó y publicó el artículo **“Influencia de la curvatura en la formación de patrones: el mecanismo de Turing en el círculo”** de M. Núñez-López, G. Chacón-Acosta, en la revisita de divulgación PADI de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Se respondió la evaluación del artículo sometido a Physica D, intitulado **"Pattern formation in a predator-prey system with a finite interaction range in a channel-like region using the Fick–Jacobs diffusion approach"** de M. Núñez-López, G. Chacón-Acosta.
- Se comenzó a asesorar el Proyecto Terminal de Gabriel Gutiérrez de la Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, intitulado **“Modelos Cinéticos para la Distribución de la Riqueza.”**
- Se continuó con la codirección del trabajo doctoral de Alejandro Ramírez, **“Aplicación de métodos semianálíticos en matemáticas.”**
- Se dedicó más tiempo al trabajo conjunto con el Dr. Francisco J. Sevilla en el Instituto de Física de la UNAM, sobre difusión, partículas activas y sistemas complejos.
- Durante este periodo se realizaron los tramites necesarios para la obtención del la Visa Alemana el cual tomó varios días.

#### Presentaciones

##### Unidad Cuajimalpa

##### Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas

##### División de Ciencias Naturales e Ingeniería,

Torre III, 8o. piso. Avenida Vasco de Quiroga 4871, Colonia Santa Fe Cuajimalpa

Alcaldía Cuajimalpa de Morelos C.P. 05348, Ciudad de México, México

Tel. +52 (55) 58046500 ext. 3863 Correo electrónico: [gchacon@cua.uam.mx](mailto:gchacon@cua.uam.mx)

[www.cua.uam.mx](http://www.cua.uam.mx)

- La charla titulada "**Las aventuras del señor Tompkins en planilandia**" se presentó en el evento de divulgación científica "Jornada de Divulgación científica y tecnológica," realizado en línea por la BUAP el 9 de febrero de 2022.
- La charla titulada "**Efectos geométricos en la formación de patrones a través del mecanismo de Turing**," se presentó en línea en el seminario de Matemáticas Aplicadas de la UASLP el 16 de marzo de 2022.
- La charla titulada "**Estrellas de bosones no relativistas como sistemas cuánticos de N-cuerpos**" que se presentó en línea en el Seminario de Investigación de la Universidad Iberoamericana el 1 de abril de 2022.
- Se presentó en línea la charla "**Estrellas de bosones no relativistas como sistemas cuánticos de N-cuerpos**," en la "XXX Reunión anual de la DGFM" realizada en línea en la UNAM Arpil 7 y 8.
- La charla titulada "**Long-range effects in the Fick-Jacobs equation for diffusion in narrow channels**," se presentó de manera presencial en la conferencia internacional "Non-Markovian Dynamics Far From Equilibrium" que se llevó a cabo en el ICTP, Trieste Italia del 4 al 6 de mayo.
- Entrevista para el podcast especializado en cine *Fonokinesis*, titulado "**Ciencia y Ficción**", sobre la influencia de la ciencia en la cinematografía contemporánea. Grabado en junio durante la visita a la Universidad de Barcelona y publicado online el 19 de septiembre de 2022.
- The talk entitled "**Efectos de largo alcance en la difusión en canales estrechos**" was presented online at the seminar of the Field Theory and Gravitation Department of the Instituto de Ciencias Nucleares UNAM on August 18th, 2022.
- Participación en el Taller Internacional "Transporte en Canales Estrechos", realizado en el Instituto de Estudios Científicos de Cargèse, Cargèse, Francia, del 5 al 9 de septiembre, con la Charla Invitada "**Diffusion-driven instability and pattern formation in narrow channels**."
- Presentación en la 14ª Conferencia de la Sociedad de Físicos de Macedonia - CSPM 2022, con la charla "**Pattern formation and diffusion-driven instability in narrow environments**". Este evento tuvo lugar del 15 al 18 de septiembre de 2022 en Ohrid, Macedonia del Norte.

#### Asesoría estudiantil

- Como ya se mencionó se asesoró el proyecto terminal del estudiante *Gabriel Gutiérrez* titulado "**Modelos cinéticos para la distribución de la riqueza**", fue dirigido y terminado el 20 de septiembre.
- Se está co-asesorando el proyecto del estudiante de doctorado *Alejandro León Ramírez* titulado "**Aplicación de métodos semi-analíticos en biomatemáticas**," junto con el Dr. Oswaldo González Gaxiola. El trabajo, "Aplicación del método de Kudryashov para encontrar soluciones exactas de la ecuación de Schamel-Kawahara", fue aceptado y publicado durante este periodo. También se envió

para la revisión por pares un documento independiente sobre métodos semianalíticos aplicados a la epidemiología. Se ha preparado un manuscrito para presentar sobre el estudio de la difusión

#### Unidad Cuajimalpa

##### Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas

##### División de Ciencias Naturales e Ingeniería,

Torre III, 8o. piso. Avenida Vasco de Quiroga 4871, Colonia Santa Fe Cuajimalpa

Alcaldía Cuajimalpa de Morelos C.P. 05348, Ciudad de México, México

Tel. +52 (55) 58046500 ext. 3863 Correo electrónico: [gchacon@cua.uam.mx](mailto:gchacon@cua.uam.mx)

[www.cua.uam.mx](http://www.cua.uam.mx)

biarmónica en canales estrechos. Revisamos y aprobamos el documento para la presentación del examen predoctoral de Alejandro, que presentó y aprobó. Actualmente, Alejandro está calculando soluciones semi-analíticas de la ecuación de Chavy-Waddy para la agregación bacteriana.

#### Trabajos publicados y en curso

- En este período fue aceptado y publicado el artículo titulado **"Pattern formation in a predator-prey system with a finite interaction range in a channel-like region using the Fick-Jacobs diffusion approach"** de M. Núñez-López y G. Chacón-Acosta en Physica D.
- Durante este período fue aceptado y publicado el manuscrito **"Nonrelativistic Boson stars as  $N$ -body quantum systems"** de E. Castellanos, G. Chacón-Acosta y J. Mastache, en IJMPD.
- El artículo **"Application of the Kudryashov Method for Finding Exact Solutions of the Schamel-Kawahara Equation,"** por A. León Ramírez, G. Chacón-Acosta, y O. González-Gaxiola, fue aceptado y publicado en este periodo.
- El artículo **"Can non-developers learn a simplified modeling notation quickly?"** de J. Cervantes, M. Gómez y G. Chacón-Acosta se publicó en J. Softw. Evol. Proc., en este periodo.
- El trabajo **"Rach-Adomian-Meyers decomposition method applied to a SIR with nonlinear media and psychological effects"** de A. León Ramírez, G. Chacón-Acosta, y O. González-Gaxiola, fue enviado para su revisión en Rev. Mex. Fís.
- Se envió para su revisión el manuscrito titulado **"Mechanics of pearling instability in toroidal lipid membranes"** de D. Valencia, G. Torres y G. Chacón-Acosta.
- Se prepara para su envío la memoria de congreso titulada **"The Rayleigh-Brillouin Spectrum for Bidimensional Relativistic Fluids in the Relaxation Approximation,"** por A. L. García-Perciante, A. R. Méndez y G. Chacón-Acosta, que fue presentada en el 32nd International Symposium on Rarefied Gas Dynamics, que tuvo lugar el pasado julio en Seoul, Corea.
- El trabajo **"Patterns in a fractional predator-prey system with finite interaction range,"** de G. Chacón-Acosta, M. Núñez-López, está siendo preparado para las del 5th Mexican Workshop on Fractional Calculus, que se llevará a cabo en octubre en Monterrey, Mexico.
- El manuscrito titulado **"Geometrical factors influencing the macroscopic diffusion coefficient on curved surfaces"** de A. Ledesma, A. León-Velasco, G. Chacón-Acosta y H. Juárez está en preparación para su envío.
- El documento titulado **"Biharmonic Fick-Jacobs diffusion in narrow channels"** por A. León Ramírez, G. Chacón-Acosta, and G. Gonzalez-Gaxiola está a punto de enviarse para su revisión.

#### Unidad Cuajimalpa

Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas

División de Ciencias Naturales e Ingeniería,

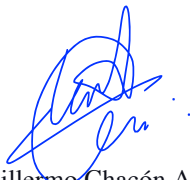
Torre III, 8o. piso. Avenida Vasco de Quiroga 4871, Colonia Santa Fe Cuajimalpa

Alcaldía Cuajimalpa de Morelos C.P. 05348, Ciudad de México, México

Tel. +52 (55) 58046500 ext. 3863 Correo electrónico: [gchacon@cua.uam.mx](mailto:gchacon@cua.uam.mx)

[www.cua.uam.mx](http://www.cua.uam.mx)

- Se realizaron reuniones continuas con la Dra. Mayra Núñez, la Dra. Diana León, el Dr. Aldo Ledesma, el Dr. Héctor Juárez, el Dr. Francisco Sevilla, la Dra. Ana Laura García, la Dra. Alma Méndez, el Dr. Oswaldo González y el Dr. Héctor Hernández para dar seguimiento a proyectos iniciados anteriormente.



Dr. Guillermo Chacón Acosta

Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas  
Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa

**Unidad Cuajimalpa**

**Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas**

**División de Ciencias Naturales e Ingeniería,**

Torre III, 8o. piso. Avenida Vasco de Quiroga 4871, Colonia Santa Fe Cuajimalpa  
Alcaldía Cuajimalpa de Morelos C.P. 05348, Ciudad de México, México

Tel. +52 (55) 58046500 ext. 3863 Correo electrónico: [gchacon@cua.uam.mx](mailto:gchacon@cua.uam.mx)

[www.cua.uam.mx](http://www.cua.uam.mx)