

Reporte de actividades desarrolladas durante el periodo sabático

Dra. Ana Laura García Perciante

Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas

División de Ciencias Naturales e Ingeniería

UAM, Unidad Cuajimalpa

Datos generales del proyecto académico

Nombre: *Fundamentos y aplicaciones de la teoría cinética relativista.*

Fecha de inicio: 1 de septiembre de 2018

Fecha de término: 31 de agosto de 2019

Duración: 12 meses

Objetivo general

El objetivo general planteado consistió en profundizar en los fundamentos teóricos y matemáticos de la teoría cinética relativista así como ampliar el espectro de aplicaciones de la misma que aborda la LGAC. Establecer una colaboración con el grupo de Relatividad y Gravitación de la FaMAF así como con los cuerpos académicos *Física Estadística, Gravitación y Sistemas Complejos*, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y *Modelos Matemáticos Continuos y Aplicaciones en Física y Geometría*, de la UAM-C.

Se profundizó en los fundamentos de la teoría cinética relativista en tres aspectos. Primeramente se logró avanzar significativamente en la estructura matemática de la teoría que emerge del uso del formalismo de Chapman-Enskog dentro del marco de las teorías tipo divergencia. Adicionalmente, se realizó un análisis riguroso de la relación entre la estabilidad y la característica de bien o mal puesto de un problema de hidrodinámica relativista y las propiedades del flujo. Más puntualmente se vio que dichas características dependen fuertemente de si dicho flujo forma superficies o no. Estos resultados se obtuvieron con el grupo de Relatividad y Gravitación de la FaMAF (Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba). En este proyecto se logró establecer una colaboración altamente productiva con dos integrantes de dicho grupo, el Dr. Oscar Reula y el Dr. Marcelo

Rubio.

El espectro de aplicaciones de la teoría cinética que aborda la LGAC se ampliaron, explorándose en conjunto con la Dra. Alma Rosa Méndez las propiedades de transporte de fluidos relativistas bidimensionales y con la colaboración adicional del Dr. Guillermo Chacón (integrante del cuerpo académico *Modelos Matemáticos Continuos y Aplicaciones en Física y Geometría*, de la UAM-C) en gases bidimensionales de fermiones. Este último trabajo tiene aplicaciones a nuevos materiales, en particular al grafeno. Adicionalmente se planteó y discutió la teoría cinética de fluidos conformes. Dicho trabajo se encuentra en proceso en colaboración con los investigadores mencionados de FaMAF.

Por otra parte, la relación entre el marco de las partículas (Eckart) y de la energía (Landau) en fluidos relativistas, está siendo abordado desde el punto de vista de la teoría cinética tanto con el cuerpo académico de *Física Estadística, Gravitación y Sistemas Complejos*, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y el grupo de *Física Fundamental* de la Universidad Iberoamericana.

Los puntos anteriores abarcan todos los objetivos particulares enumerados en el programa de sabático propuesto.

Actividades realizadas

- Dirigí dos proyectos terminales de la Licenciatura en Matemáticas Aplicadas:
 - La ecuación de Boltzmann para gases bidimensionales en rotación (Sofía Fabián Gutierrez)
 - Modelo cinético para tráfico peatonal unidimensional y bidireccional (Marco Álvarez Carrillo).
- Se realizaron tres estancias cortas: una en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y dos en la Universidad Nacional de Córdoba.
- Participé en sesiones de trabajo en el Instituto de Ciencias Nucleares con el Dr. Darío Nuñez y el Dr. Olivier Sarbach.
- Participé en sesiones de trabajo en la Universidad Iberoamericana con el grupo de Física Fundamental.
- Participé en sesiones de trabajo en la UAM-C con la Dra. Alma Méndez, el Dr. Guillermo Chacón y el Dr. Luis Franco.

- Participé en la XIII Escuela Mexicana de Física Estadística donde impartí una conferencia así como un curso, ambas actividades en conjunto con el Dr. Guillermo Chacón:
 - Fundamentos, aplicaciones y perspectivas de la Teoría Cinética Relativista (conferencia).
 - Fundamentos de la Teoría Cinética de los Gases (curso).
- Participé en el Congreso Nacional de Física, donde presenté tres trabajos:
 - Propiedades de transporte en fluidos bidimensionales a altas temperaturas.
 - Modelo cinético unidimensional para flujo peatonal bidireccional.
 - Modelado matemático para gases diluidos en rotación: ¿métricas anisotrópicas, coordenadas curvilíneas o fuerzas ficticias?
- Participé en la XII Mexican School of the Division of Gravitation and Mathematical Physics, donde presenté un trabajo:
 - The Chapman-Enskog method and Divergence Type Theories.
- Se publicaron tres trabajos arbitrados:
 - Mathematical analysis of unstable density fluctuations in the dissipative gravitational collapse, Journal of Physics Communications.
 - Dissipative properties of relativistic two-dimensional gases, Physica A.
 - Bulk viscosity in 2D relativistic fluids: the effects of temperature and modifications to the Rayleigh-Brillouin spectrum, Journal of Physics: Conference Series.
 - A Boltzmann-like kinetic model for pedestrian bidirectional flow, AIP Conference Proceedings (aceptado).
- Se tiene un trabajo sometido a refereo:
 - Thermal dissipation in two dimensional relativistic Fermi gases with a relaxation time model (en revisión en Journal of Statistical Physics).
- Se tienen dos trabajos redactados que serán enviados a revisión en revistas indexadas en las próximas semanas:
 - On the illposedness and stability of the relativistic heat equation (coautorado con O. Reula).
 - Generic instabilities of Chapman-Enskog equation and first-order divergence-type fluid theories (coautorado con O. Reula y M. Rubio).

Con dichas actividades se rebasaron las metas planteadas:

- Publicar un artículo en revista indexada y someter uno a revisión.
- Realizar difusión de los avances y resultados en foros especializados.

Vinculación y continuidad de los proyectos

- Como se mencionó arriba, parte fundamental de los objetivos del proyecto es establecer relaciones académicas en el ámbito de la investigación con diversos grupos. En este sentido, la interacción con el grupo de la Universidad de Córdoba se ha logrado consolidar a partir de dos estancias realizadas por mi parte en FaMAF. Adicionalmente se tuvieron sesiones de trabajo altamente fructíferas con el Dr. Oscar Reula en el marco de la XII Escuela de Gravitación y Física Matemática y se tiene planeada una visita de dicho investigador a fines de el mes corriente así como una tercera estancia en la Universidad de Córdoba para el mes de agosto. Con respecto al grupo de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se tienen dos proyectos iniciados a los cuales de les dará continuidad en la segunda mitad del año corriente mediante visitas cortas.