REPORTE DE RESULTADOS 2016

PROYECTO

Análisis en Tres Dimensiones de Discos de Galaxias Espirales en Diferentes tipos Morfológicos: Dinámica Orbital y Químico Dinámica

Responsable del Proyecto: Bárbara Selén Pichardo Silva

Resumen

El análisis de la evolución del disco estelar de la Vía Láctea, así como de la evolución e interacción de cúmulos estelares, requiere el uso de herramientas y técnicas numéricas. Haciendo uso de los recursos de cómputo de Miztli, para el periodo 2016 reportamos tres artículos de investigación con resultados novedosos, publicados en revistas internacionales. Estos trabajos nos han permitido hacer contribuciones importantes en temas astrofísicos de actualidad.

Descripción de avances

Durante la convocatoria 2015-2 y 2016 hemos abarcado ampliamente cada uno de los aspectos listados en los objetivos planteados para este proyecto, que son los siguientes:

Entender el impacto de la presencia de los brazos espirales y de la barra (por separado y combinados) en la Vía Láctea y en diferentes tipos de galaxias sobre:

- La dinámica estelar en el plano del disco y en la estructura vertical.
- La distribución de metalicidad y el gradiente químico observado en el disco de la Galaxia.
- Estructura y distribución espacial 3D en el disco.
- El origen y la supervivencia de cúmulos estelares abiertos en los diferentes ambientes Galácticos.

Los resultados de estos estudios se publicaron en tres artículos (en revistas arbitradas). Todos ellos se desprenden directamente de las simulaciones y del tiempo de cómputo asignado para esta convocatoria.

Cálculos realizados

Como ya se ha mencionado en la propuesta original, el objetivo de este proyecto es estudiar algunos de los mecanismos más importantes inducidos por brazos espirales y barras en los discos de galaxias.
El estudio de estos procesos físicos en la galaxia se hace utilizando principalmente dos esquemas numéricos:

- N-cuerpos, en donde los sistemas evolucionan libremente y de manera auto-consistente.

- Partículas prueba en potenciales estacionarios. En este esquema el sistema a estudiar es representado mediante partículas prueba inmersas en el modelo de la galaxia. Este modelo no evoluciona, a diferencia de los N-cuerpos, por lo que es de naturaleza controlable. Y dado el costo computacional relativamente bajo se puede sacar provecho de las infraestructuras de supercómputo y obtener como producto final un gran número de simulaciones que facilitan el análisis estadístico del fenómeno físico que se quiere estudiar.

Este ultimo esquema numérico es el que estamos utilizando para el presente proyecto, aunque en estudios futuros planeamos incorporar simulaciones de N-cuerpos.

Dado que matemáticamente este es un problema de valores iniciales, los cálculos realizados consisten en construir condiciones iniciales de millones de órbitas, y posteriormente integrar las ecuaciones de movimiento para cada una de ellas.

Software utilizado

Códigos seriales en Fortran:

- Código Galáctico, Integrador de órbitas.
- Generador de condiciones iniciales.
- Diversas subrutinas para el análisis de datos.

Recursos utilizados

- Se utilizó un total aproximado de 900,000 horas-cpu.
- Fue posible concluir el cálculo de aproximadamente 25 simulaciones numéricas, cada una corriendo en hasta 256 procesadores con una duración de 1 a 5 días (tiempo de pared).

- No se reportan problemas en las colas de ejecución utilizadas (q_16p_120h, q_16p_240h, q_hpc, q_residual).

Lista de colaboradores

- Bárbara Selén Pichardo Silva
- Luis Alberto Martínez Medina

Adicionalmente colaboramos con muchos otros investigadores que se han unido a nuestro esfuerzo derivado de este proyecto:

Dr. Antonio Peimbert, Dra. Leticia Carigi, Dr. Octavio Valenzuela, Dr. Héctor Hernández, Dr. Luis Aguilar, entre otros mexicanos.

Lista de artículos publicados en 2016

- L. A. Martinez-Medina, B. Pichardo, E. Moreno and A. Peimbert, Mon. Not. R. Astron. Soc. 463, 459 (2016)
- "Revealing the spiral arms through radial migration and the shape of the metallicity distribution function"

- L. A. Martinez-Medina, B. Pichardo, A. Peimbert and E. Moreno, 2017, APJ, 834, 58
  "On the survival of high-altitude open clusters within the Milky Way Galaxy tides"

- L.A. Martinez-Medina, B. Pichardo, A. Peimbert, L. Carigi, arXiv:1701.03790
  "Dynamics and Morphology of the Milky Way Spiral Arms from the Metallicity Distribution and Radial Mixing"