

# Detección de supercúmulos de galaxias en estructuras cosmológicas simuladas

Sergio Daniel Hernández Charpak  
200922618

Advisor: Jaime E. Forero-Romero

November 6, 2015

## 1 Introducción

En el Universo visto a grandes escalas las galaxias se agrupan en estructuras amplias semejantes a una red con filamentos que atraviesan grandes regiones vacías y se cruzan en regiones denominadas supercúmulos. Aunque estas estructuras son fáciles de detectar a simple vista, hay diferentes posibilidades para delimitarlas a partir de criterios físicos [1].

Una propuesta para definir un supercúmulo es utilizar el flujo de velocidades de las galaxias en esa región del espacio. En un supercúmulo las galaxias tienden a fluir hacia la región más densa debido al proceso de atracción gravitacional. De esta manera, las regiones espaciales donde el flujo de galaxias es convergente representarían supercúmulos diferentes.

Recientemente un equipo de astrónomos construyó un mapa del flujo de velocidades de galaxias en el Universo local en una escala de cientos de millones de años luz[2]. En dicho mapa se encuentran puntos en donde este flujo converge. Con base en este mapa este equipo identificó a Laniakea, el supercúmulo de galaxias que incluye a nuestra galaxia, la Vía Láctea[3].

En esta monografía nos proponemos desarrollar un método para detectar cientos de supercúmulos de galaxias en simulaciones cosmológicas. Con esto buscamos cuantificar si Laniakea puede considerarse como una estructura atípica en el Universo.

## 2 Objetivo General

Detectar y caracterizar supercúmulos de galaxias en simulaciones cosmológicas.

### 3 Objetivos Específicos

- Simular la distribución de materia en escalas cosmológicas.
- Desarrollar métodos de detección de supercúmulos de galaxias en simulaciones.
- Caracterizar los supercúmulos encontrados en la simulación.
- Comparar las características de los conjuntos de supercúmulos detectados en la simulación con Laniakea.

### 4 Metodología

Esta monografía utiliza en su mayoría métodos computacional. Usaremos los lenguajes C y Python, ya que ambos son de licencia libre. Para simulaciones de la distribución de materia en escalas cosmológicas utilizaremos en el cluster de la Universidad utilizando códigos de disponibilidad pública. En el mismo cluster implementaremos el algoritmo que detecta los supercúmulos.

Como estudiante debo entender como se realizan las simulaciones. Deberé familiarizarme con los datos manejados en este entorno y poderlos manipular sin gran dificultad.

Una vez generada una simulación cosmológica, deberé estudiarla en más detalle para familiarizarme con ella.

Deberé familiarizarme con el trabajo hecho por Hoffman et al[4] en el algoritmo V-web, utilizado en este entorno. Identificaré el campo de velocidades de la materia. Para ello debo tener un entendimiento de la relación entre campo de velocidades y distribución de materia.

Luego probaré los métodos previamente estudiados para obtener unos primeros resultados.

Deberé refinar estos métodos con el fin de diferenciar supercúmulos en las estructuras cosmológicas.

Finalmente caracterizaré los supercúmulos para compararlos con las propiedades del supercúmulo Laniakea.

### 5 Schedule

- Task 1: Revisión de la literatura.
- Task 2: Realización de simulaciones de estructuras cosmológicas.

Tasks \ Weeks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	X	X	X													
2		X	X	X	X											
3		X	X	X	X											
4			X	X	X	X										
5							X	X	X	X						
6							X	X	X	X						
7											X	X				
8											X	X	X	X	X	X

- Task 3: Revisión de métodos de diferenciación de supercúmulos
- Task 4: Desarrollo del código para detectar supercúmulo de galaxias en simulaciones, ensayos con con simulaciones de prueba.
- Task 5: Ejecutar el código y verificar los resultados sobre las simulaciones hechas en la Task 2.
- Task 6: Caracterizar las propiedades de los supercúmulos en la simulación.
- Task 7: Comparar con los datos observacionales de Laniakea.
- Task 8: Escribir el documento.

## 6 Expertos

- Marek Nowakowski (Uniandes)
- Nelson Padilla (PUC, Chile)
- Juan Carlos Muñoz Cuartas (UdeA, Colombia)

## References

- [1] J. Richard Gott III, Mario Juri, David Schlegel, Fiona Hoyle, Michael Vogeley, Max Tegmark, Neta Bahcall, and Jon Brinkmann. A Map of the Universe. *The Astrophysical Journal*, 624(2):463–484, May 2005.
- [2] R. Brent Tully, Hlne M. Courtois, Andrew E. Dolphin, J. Richard Fisher, Philippe Hraudeau, Bradley A. Jacobs, Igor D. Karachentsev, Dmitry Makarov, Lidia Makarova, Sofia Mitronova, Luca Rizzi, Edward J. Shaya, Jenny G. Sorce, and Po-Feng Wu. *COSMICFLOWS-2 : THE DATA*. *The Astronomical Journal*, 146(4):86, October 2013.

- [3] R. Brent Tully, Hlne Courtois, Yehuda Hoffman, and Daniel Pomarde. The Laniakea supercluster of galaxies. *Nature*, 513(7516):71–73, September 2014.
- [4] Yehuda Hoffman, Ofer Metuki, Gustavo Yepes, Stefan Gottlber, Jaime E. Forero-Romero, Noam I. Libeskind, and Alexander Knebe. A kinematic classification of the cosmic web: The cosmic web. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 425(3):2049–2057, September 2012.

## **Firma del Director**

Jaime E. Forero-Romero