

La cosmologia studia l'universo attraverso l'indagine delle sue componenti: galassie, ammassi di galassie e strutture cosmiche su vasta scala. Ma cosa ci rivelano le galassie e le grandi strutture sulla storia e la composizione dell'universo? Come possiamo comprendere la sua evoluzione e le forze che la governano?

Le galassie, veri e propri laboratori cosmici, ci offrono indizi preziosi sulla formazione delle stelle e sul comportamento della gravità. Gli ammassi di galassie, tra le più grandi strutture conosciute, ci permettono di studiare la distribuzione della materia oscura, l'interazione tra galassie e la legge di gravità su scale ancora maggiori. Le strutture su grande scala, invece, rappresentano le tracce del passato remoto dell'universo e ci forniscono nuove prospettive sull'espansione cosmica e sull'energia oscura.

Ad oggi, il modello cosmologico standard (conosciuto come Λ CDM) fornisce una descrizione teorica di molti fenomeni osservativi, ma le domande e le sfide aperte sono ancora molte. Ad esempio: cosa sono materia ed energia oscura? Com'è avvenuto il processo dell'inflazione? Perché misuriamo delle differenze nei parametri cosmologici quando consideriamo osservabili dell'universo primordiale e dell'universo locale?

Alcune di queste domande troveranno risposta nei prossimi anni grazie ai nuovi progetti di osservazione dell'universo, alcuni dei quali sono già operativi e pronti a fornire nuovi dati, insieme a nuove domande.

Scale delle galassie

STAFF: Prof. A. Diaferio, Dott.ssa L. Ostorero, Dott. Francesco Pace

Le anomalie dinamiche misurate su scala delle galassie possono indicare la presenza di un alone di **materia oscura** oppure deviazioni dalla teoria di gravità di Newton e Einstein.

Con lo studio della dinamica gravitazionale della Via Lattea e di galassie ellittiche, galassie a disco e galassie nane sviluppiamo e verifichiamo la validità di teorie di gravità diverse dalla Relatività Generale. Tali teorie (p.es. **MOND** e **Gravità Rifratta**) possono descrivere la dinamica delle stelle nella Via Lattea e nelle altre galassie senza ricorrere all'ipotesi dell'esistenza della **materia oscura**.

Le nostre indagini sono condotte anche nel contesto dell'elaborazione delle motivazioni scientifiche e delle specifiche tecniche di una missione astrometrica di nuova generazione, Theia.

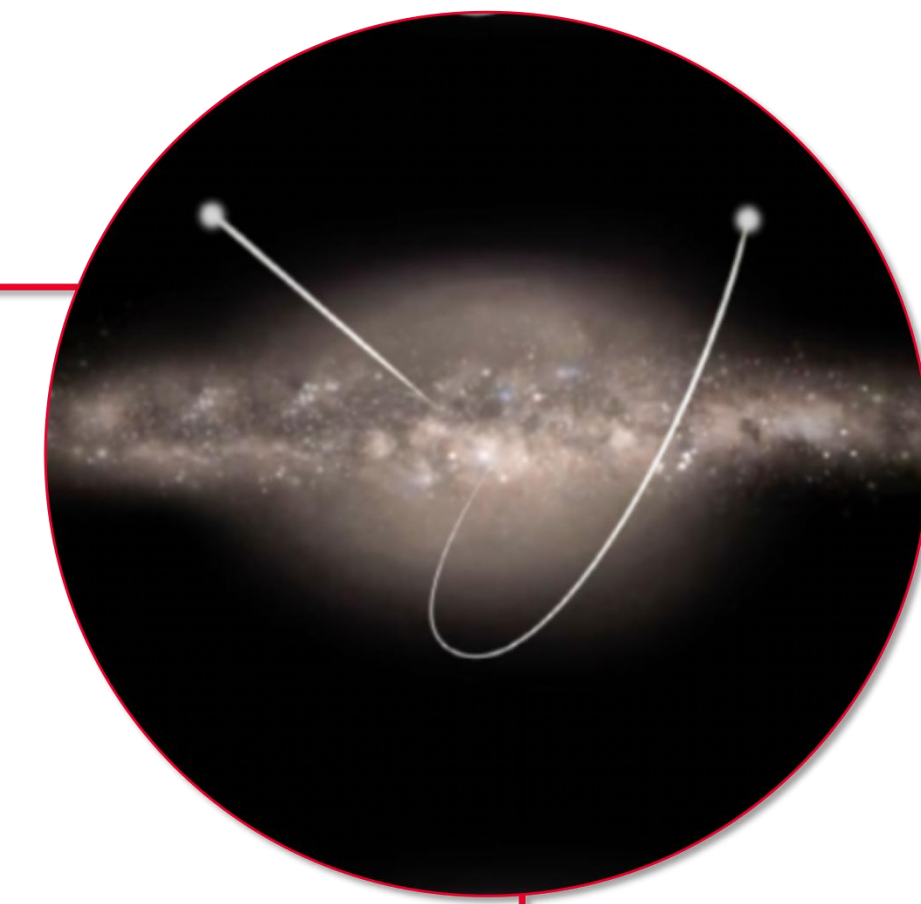


Illustrazione artistica di due stelle iperveloci espulse dal centro della nostra Galassia e in viaggio verso la sua periferia (immagine: ESA/CC BY-SA 3.0 IGO). Le **stelle iperveloci**, espulse dal Centro Galattico con velocità superiore alla velocità di fuga, attraversano l'intera Galassia e possono fungere da sonde del potenziale gravitazionale della Via Lattea.

Ammasso di galassie Abell 2218 (Telescopio spaziale Hubble; NASA/ESA)



Scale degli ammassi di galassie

STAFF: Prof. Antonaldo Diaferio

Formazione ed evoluzione degli ammassi di galassie sia attraverso l'analisi statistica dei campi di velocità delle galassie osservati sia attraverso lo sviluppo di modelli numerici del campo gravitazionale nella parte centrale e nelle regioni esterne degli ammassi.

Con lo studio della dinamica gravitazionale degli ammassi sviluppiamo e verifichiamo la validità di teorie di gravità diverse dalla Relatività Generale.

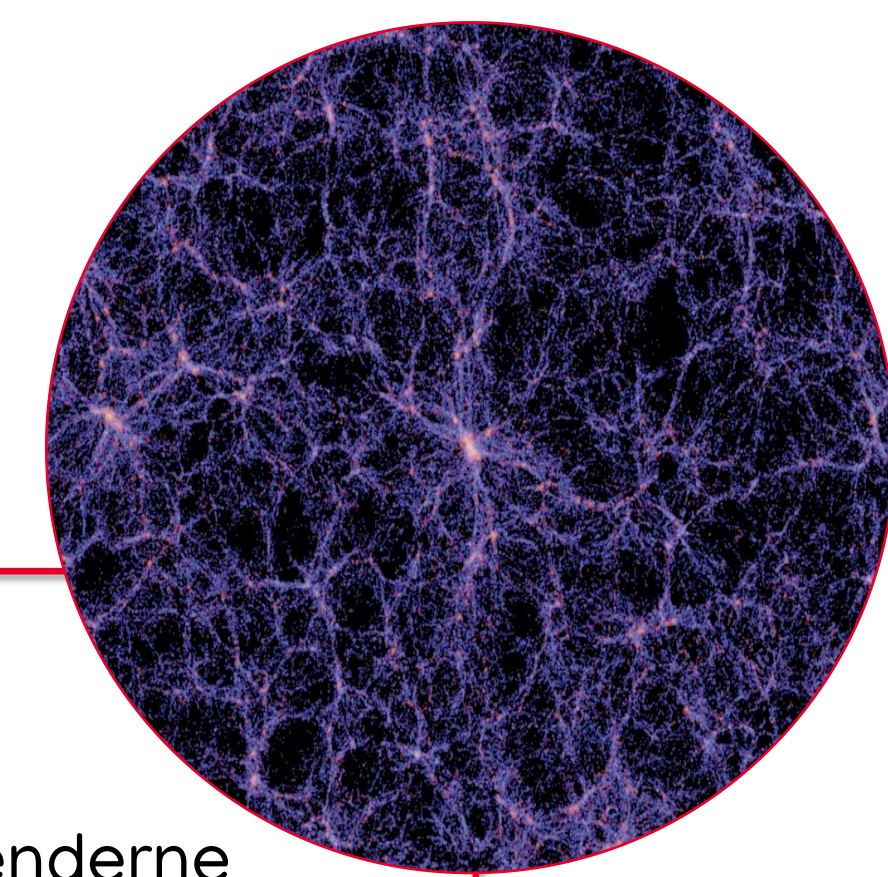
Tali teorie (p.es. **MOND** e **Gravità Rifratta**) possono descrivere la dinamica osservata delle strutture cosmiche senza ricorrere all'ipotesi dell'esistenza della **materia oscura** e dell'**energia oscura**.

Struttura cosmica su grande scala

STAFF: Prof. S. Camera, Dott. Francesco Pace

La struttura cosmica su grande scala è una miniera di informazioni sull'universo e sul suo contenuto. Ci permette di comprenderne l'evoluzione e le proprietà. Ci consente di studiare come la materia si evolva e come sia distribuita nel cosmo, e di indagare se esistano la **materia** e l'**energia oscura** o se esse rappresentino piuttosto una manifestazione della nostra ignoranza sul funzionamento della gravità su scale cosmologiche. Inoltre, possiamo investigare i primi istanti di vita dell'universo. In tal modo possiamo verificare le predizioni dei vari **modelli cosmologici**, motivati anche dalla presenza di anomalie tra i dati primordiali e quelli attuali. Il gruppo si propone di studiare **modelli cosmologici** sia teoricamente che confrontandosi con simulazioni e dati, utilizzando

- lenti gravitazionali;
- distribuzione delle galassie;
- distribuzione dell'idrogeno neutro;
- onde gravitazionali;
- nuove osservabili ottenute combinando lunghezze d'onda ed esperimenti diversi.



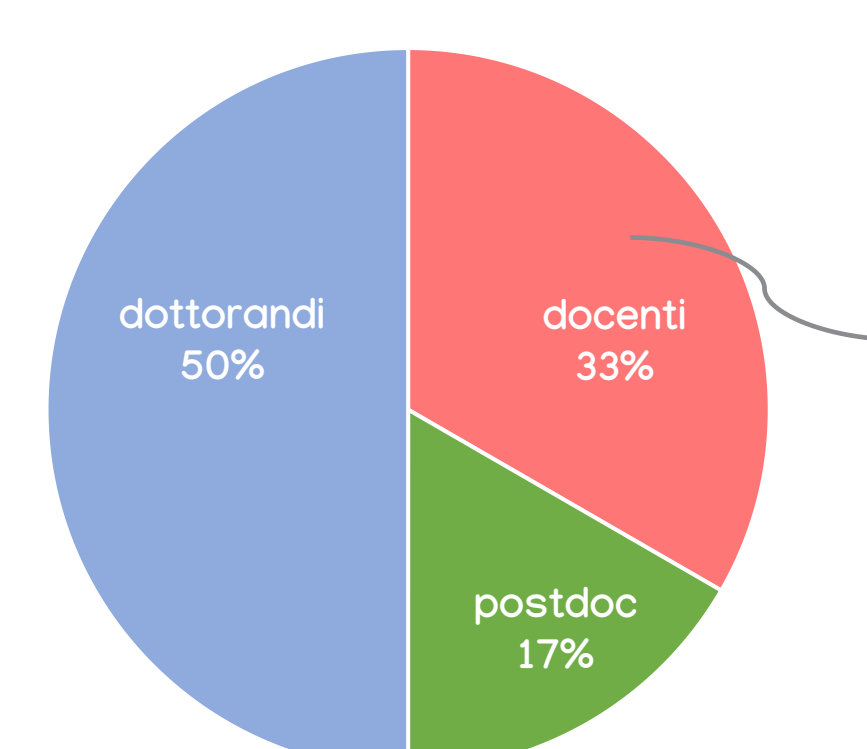
Simulazione in 3D dell'Universo, nella quale è possibile osservare le galassie organizzate nella "rete cosmica". Immagine: V. Springel, Max-Planck-Institut für Astrophysik, Garching bei München



Competenze

- **Teoriche**
teoria delle perturbazioni, Relatività Generale, teorie di gravità...
- **Computazionali**
sviluppo di pipeline, simulazioni...
- **Statistiche**
analisi di dati, simulazioni di misure, creazione di cataloghi di dati sintetici...

Persone



Prof. A. Diaferio: antonaldo.diaferio@unito.it
 Prof. S. Camera: stefano.camera@unito.it
 Dott.ssa L. Ostorero: luisa.ostorero@unito.it
 Dott. F. Pace: francesco.pace@unito.it