

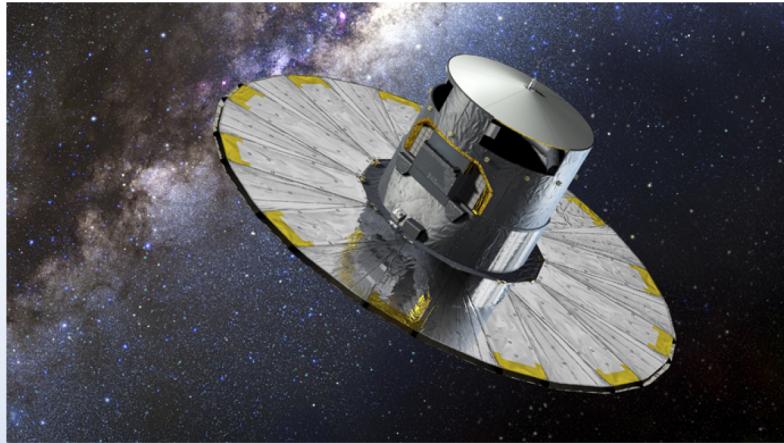


# Cosmologia Locale-Astrofisica della Galassia

## Possibilità di tesi triennali e magistrali

Beatrice Bucciarelli  
[beatrice.bucciarelli@inaf.it](mailto:beatrice.bucciarelli@inaf.it)

**Corso di riferimento** consigliato  
([https://www.fisicamagistrale.unito.it/do/corsi.pl>Show?\\_id=2708](https://www.fisicamagistrale.unito.it/do/corsi.pl>Show?_id=2708)): ***Metodi di Astrometria per Astrofisica*** (MFN 1513, Drs. B. Bucciarelli, M.G. Lattanzi).  
(Si veda anche <https://www.oato.inaf.it/ricerca/aree-di-ricerca/cosmologia-locale/>)



## The Gaia Revolution

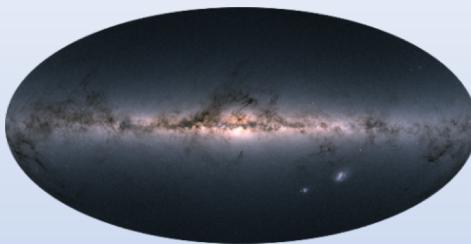
<https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/home>



Gaia DR3, giugno 2022



# Cosmologia Locale @OATo: tematiche

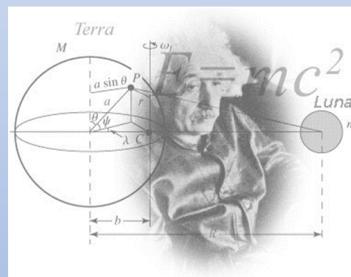


*Survey stellari, popolazioni stellari  
e cataloghi astronomici*

[beatrice.bucciarelli@inaf.it](mailto:beatrice.bucciarelli@inaf.it)

[richard.smart@inaf.it](mailto:richard.smart@inaf.it)

[alessandro.spagna@inaf.it](mailto:alessandro.spagna@inaf.it)



*Astronomia gravitazionale e  
Relativistica*

[mariateresa.crosta@inaf.it](mailto:mariateresa.crosta@inaf.it)

[mario.lattanzi@inaf.it](mailto:mario.lattanzi@inaf.it)

[alberto.vecchiato@inaf.it](mailto:alberto.vecchiato@inaf.it)

*High Performance Computing  
e uso di Big Data astronomici*

[alberto.vecchiato@inaf.it](mailto:alberto.vecchiato@inaf.it)

[bucciarelli.beatrice@inaf.it](mailto:bucciarelli.beatrice@inaf.it)

[deborah.busonero@inaf.it](mailto:deborah.busonero@inaf.it)

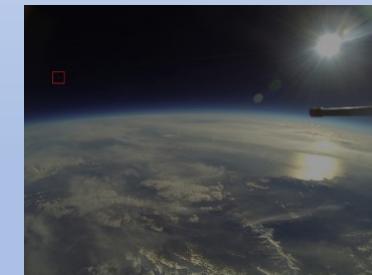


*Evoluzione chimico-dinamica e  
strutture della Via Lattea*

[ronald.drimmel@inaf.it](mailto:ronald.drimmel@inaf.it)

[paola.refiorentin@inaf.it](mailto:paola.refiorentin@inaf.it)

[alessandro.spagna@inaf.it](mailto:alessandro.spagna@inaf.it)



*Tecnologie astronomiche:  
sviluppo e calibrazione di  
strumentazione ad altissima  
precisione*

[deborah.busonero@inaf.it](mailto:deborah.busonero@inaf.it)

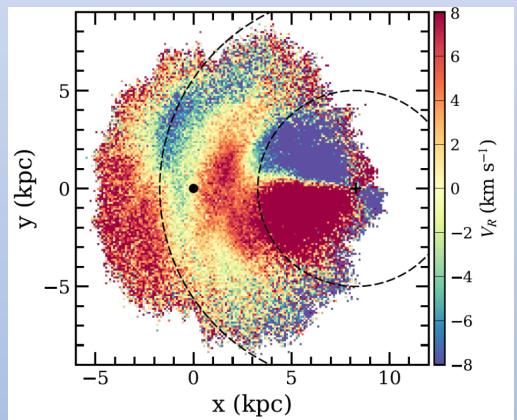
[mario.gai@inaf.it](mailto:mario.gai@inaf.it)

[alberto.riva@inaf.it](mailto:alberto.riva@inaf.it)

## Evoluzione chimico-dinamica della Via Lattea

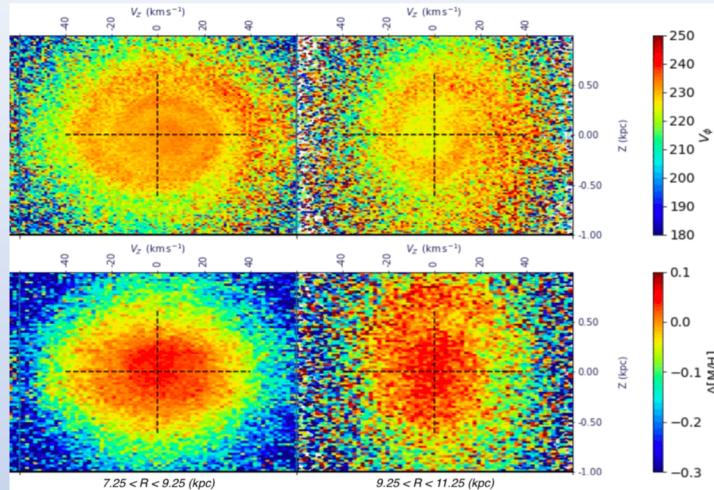
Segniture chimico-cinematiche:

- Disco spesso
- Streams nell'alone e nel disco come traccianti dell'evoluzione Cosmologica della Via Lattea
- Perturbazioni chimico-dinamiche del disco sottile (v. fig. a destra)



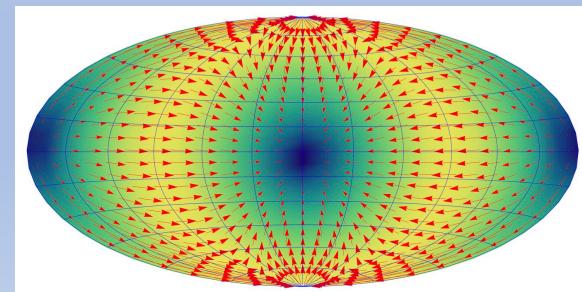
Posizione e moto del sole nella Via Lattea:

- Determinazione di  $R_0$
- Oorts' parameters
- Pattern di moti propri di QSO



Strutture asimmetriche del disco Galattico:

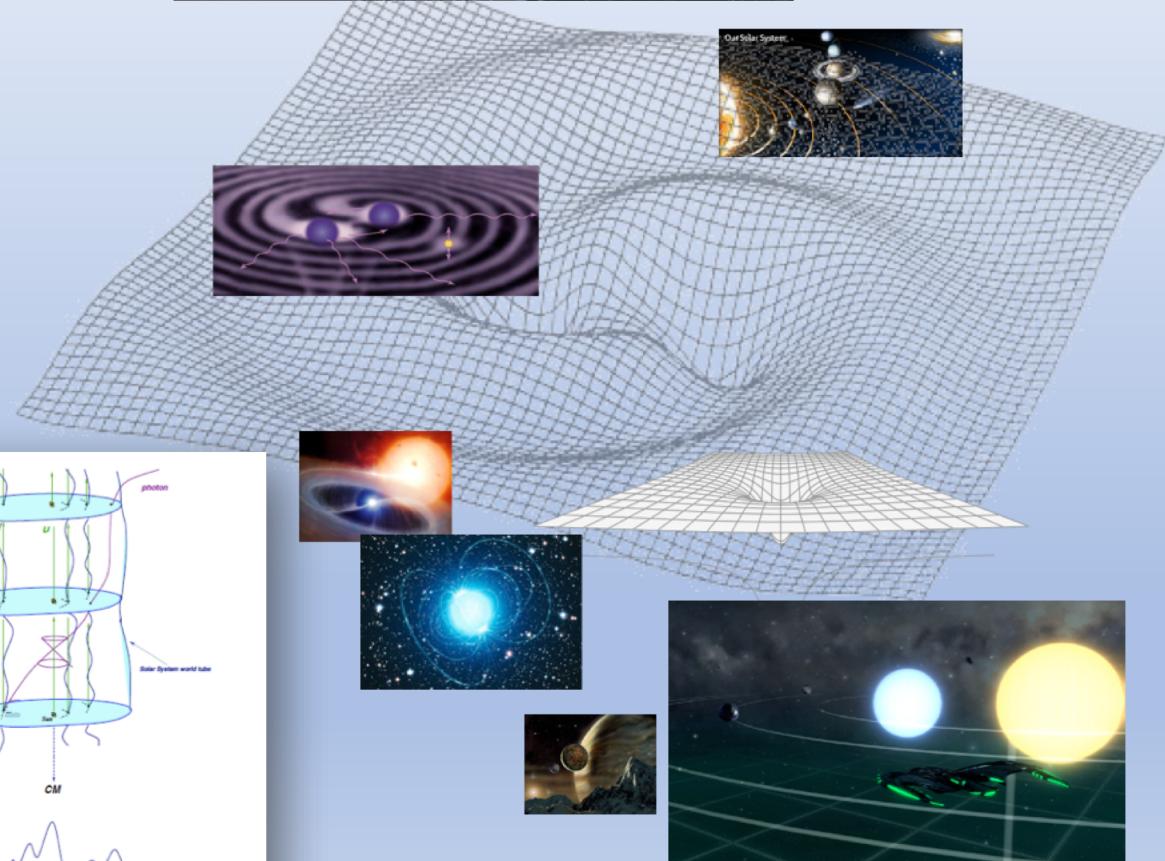
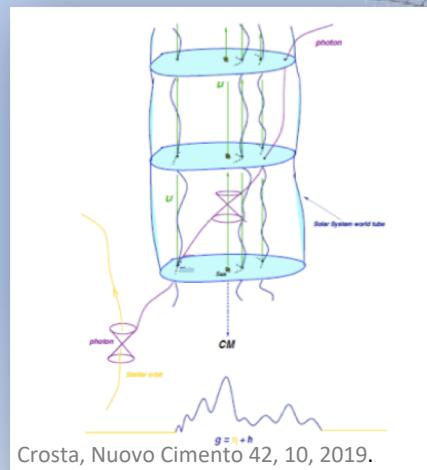
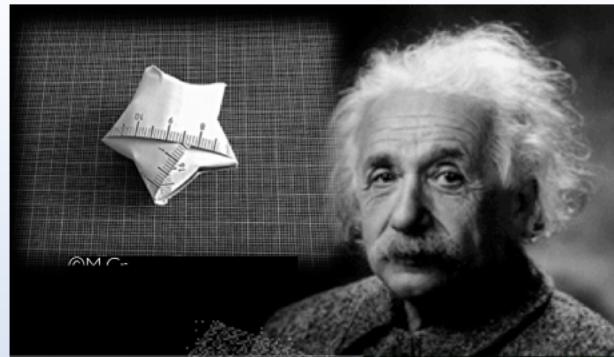
- Bracci di spirale
- Warp del disco Galattico
- Barra (v. fig. a sinistra)
- Stelle iper veloci e struttura del Bulge della Via Lattea



## Astronomia Gravitazionale e Relativistica

### Applicazione consistente all'astronomia della teoria della misura in Relativita' Generale dalle scale del Sistema Solare a quelle dell'Universo vicino

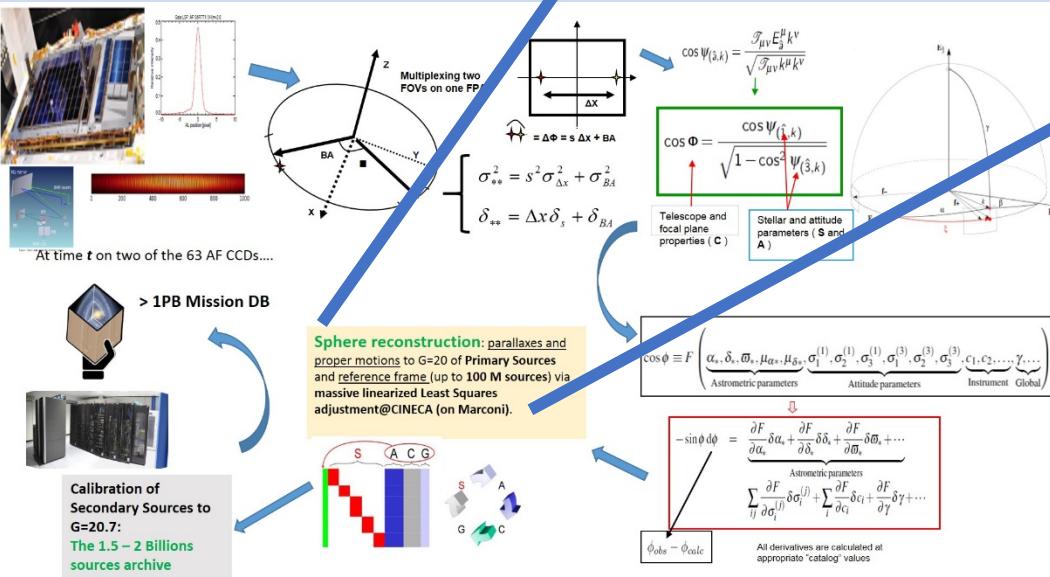
- Impatto della ‘metrologia gravitazionale’ (GR) in astrofisica e cosmologia, nonche’ come test di fisica fondamentale (es., teorie alternative alla GR, ruolo di DM e DE)
- Sviluppo di modelli teorici , analitici e/o numerici completamente basati sulla GR, necessari per trattare osservazioni accurate al micro-secondo d’arco all’interno di campi gravitazionali dinamici (Sistema Solare)
- Ricostruzione delle traiettorie di propagazione della luce da stelle a osservatore (geodetiche nulle) in un sistema di riferimento quadridimensionale (relativistico)



## Modern Astrometry & High Performance Computing e .....

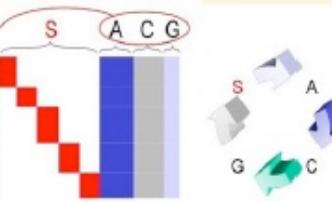
### How Gaia's astrometry works

Massive linearized Least Squares adjustment needing super-computers



(Vecchiato, Bucciarelli, Lattanzi, et al. 2018)

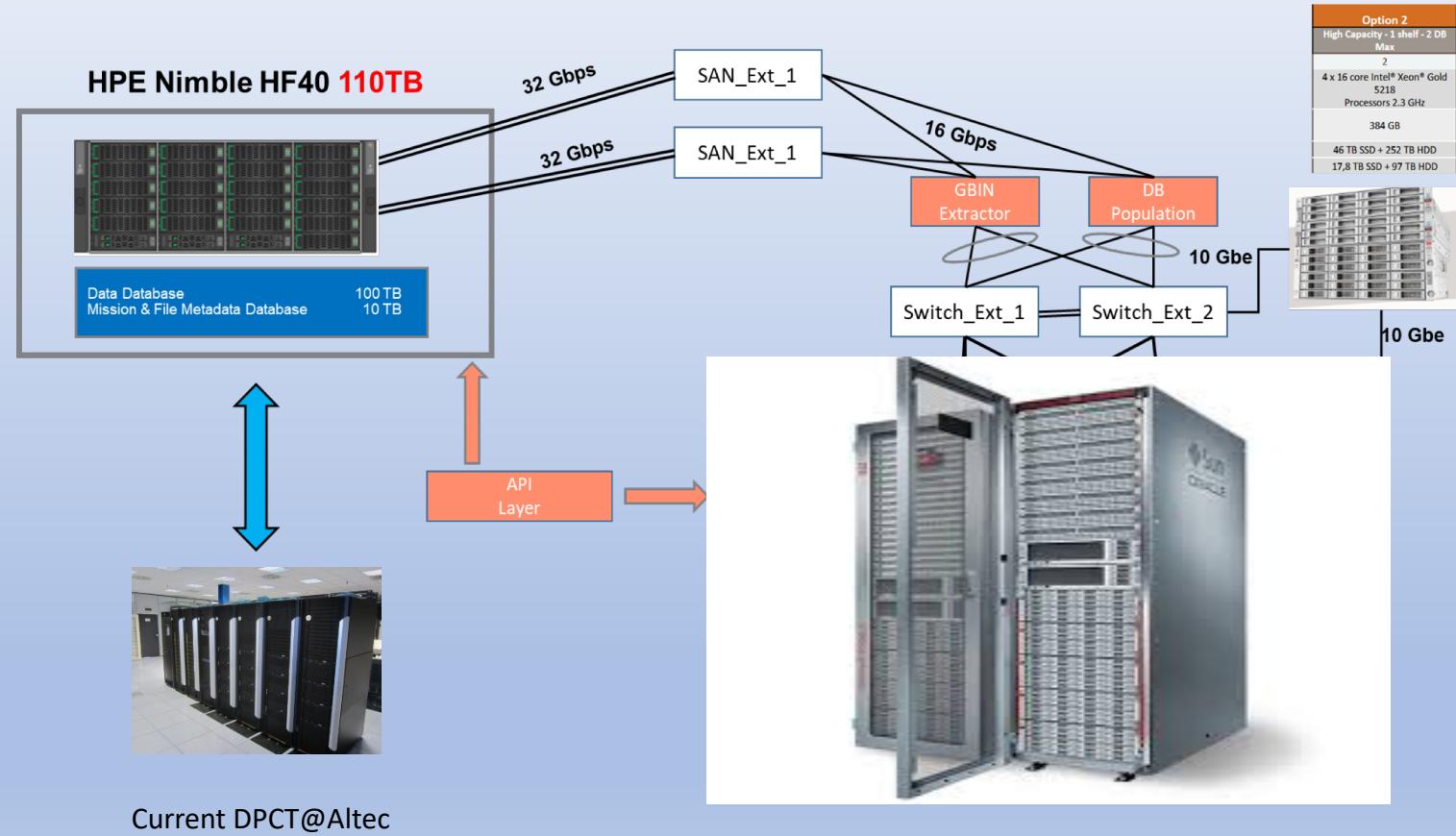
**Sphere reconstruction:** parallaxes and proper motions to G=20 of Primary Sources and reference frame (up to 100 M sources) via massive linearized Least Squares adjustment@CINECA (on Marconi).



- Le Equazioni fondamentali dell'Astrometria Moderna (relativistica)
- Metodi «ottimi» per la loro soluzione, incluso il calcolo delle covarianze
- Analisi delle correlazioni

## .....e uso di Big Data astronomici

The Living Sky (TLS): added INAF-OATo facility (OPS4-Expansion) to the current infrastructure of the Gaia Data Processing (and Analysis) Center (DPCT) facility at ALTEC (Torino). TLS specifically designed for big data exploitation (deep mining).

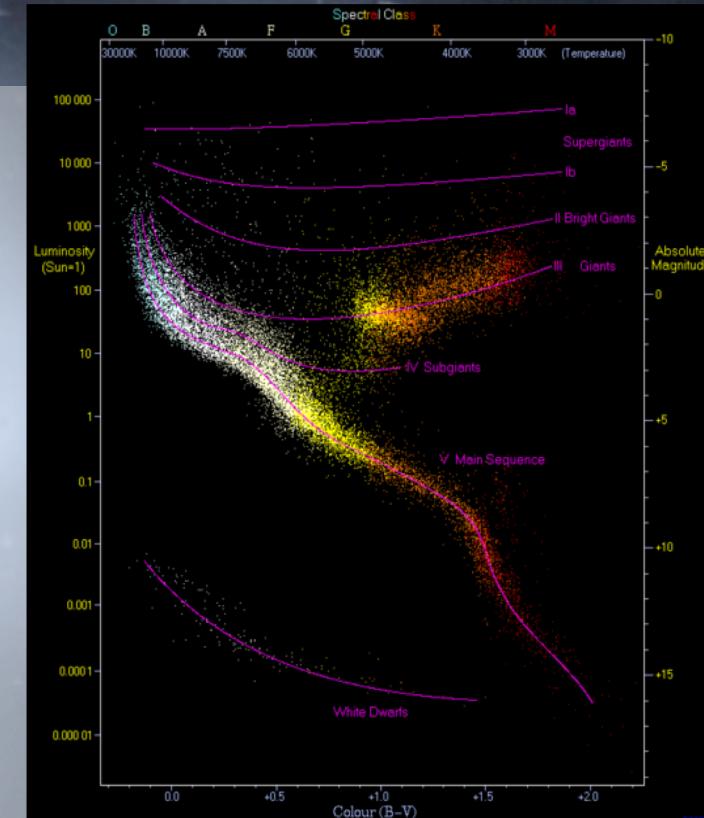
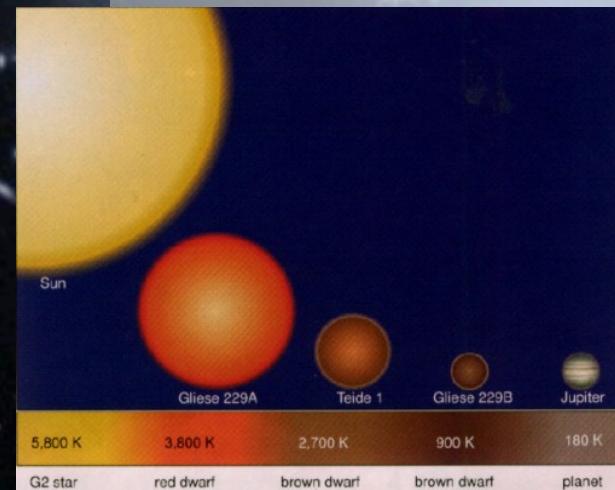


## **Progetti disponibili per l'anno accademico 2023-2024**

Controlla inoltre periodicamente il sito <https://www.oato.inaf.it/alta-formazione/tesi-specialistiche/> per aggiornamenti

# Projects in stellar populations: Low Mass Stars

- Reduction pipeline improvement
  - Analysis + Programming
- LTY parallax catalogue
  - Statistics, literature search
- Volume complete catalogs
  - Cataloging, using Gaia
- Exploitation of the L-Y dataset
  - Mass/luminosity function



ref: [richard.smart@inaf.it](mailto:richard.smart@inaf.it)

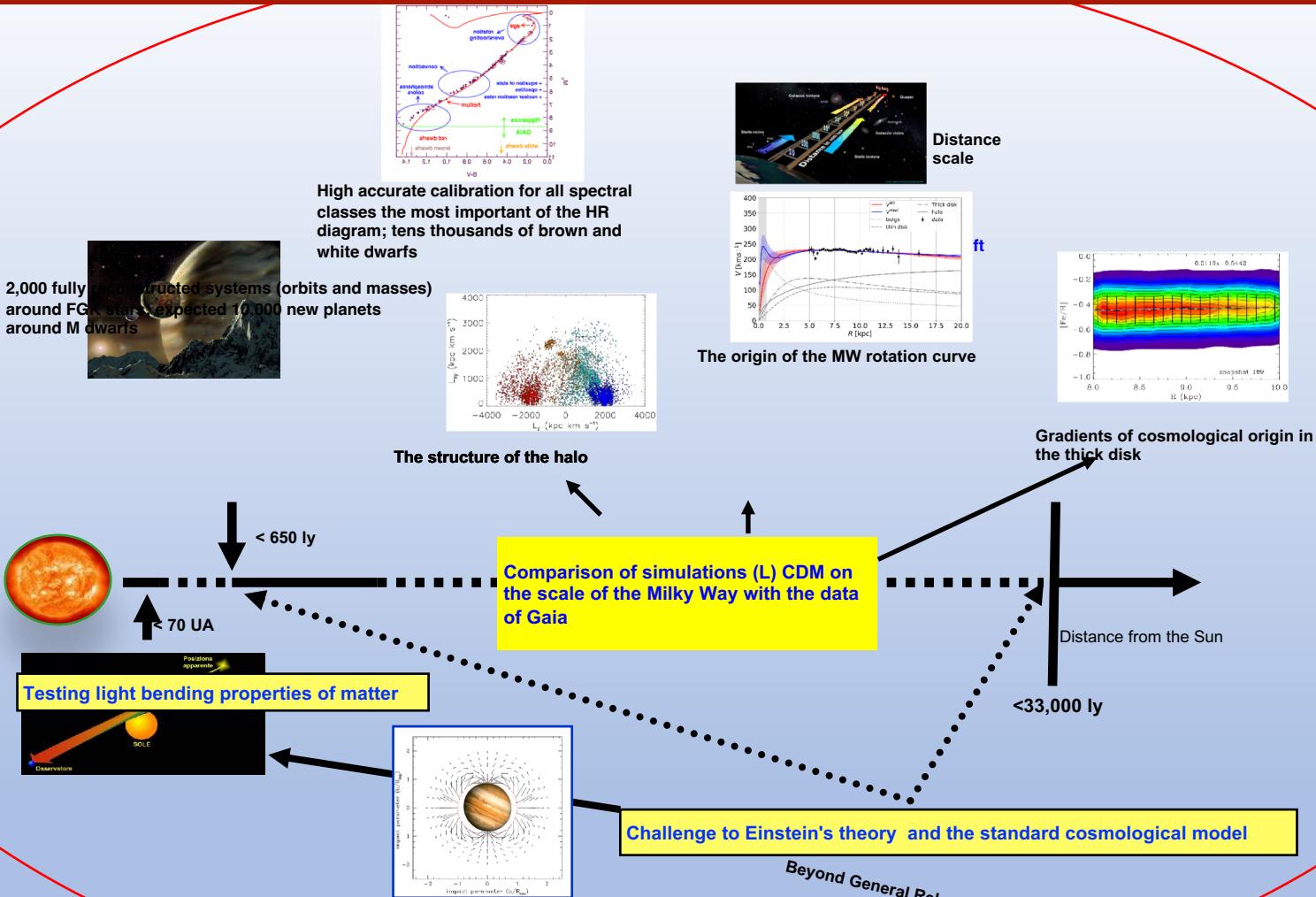
# What is there to do?

- Improvement of reduction pipeline
  - Analysis + Programming
- Homogenisation of published parallaxes
  - Basic statistics, cataloging, literature search
- Production of volume complete catalogs
  - Cataloging, using Gaia
- Exploitation of the L-Y dataset
  - Science, mass/luminosity function

# Progetti in Astrometria Gravitazionale e Relativistica

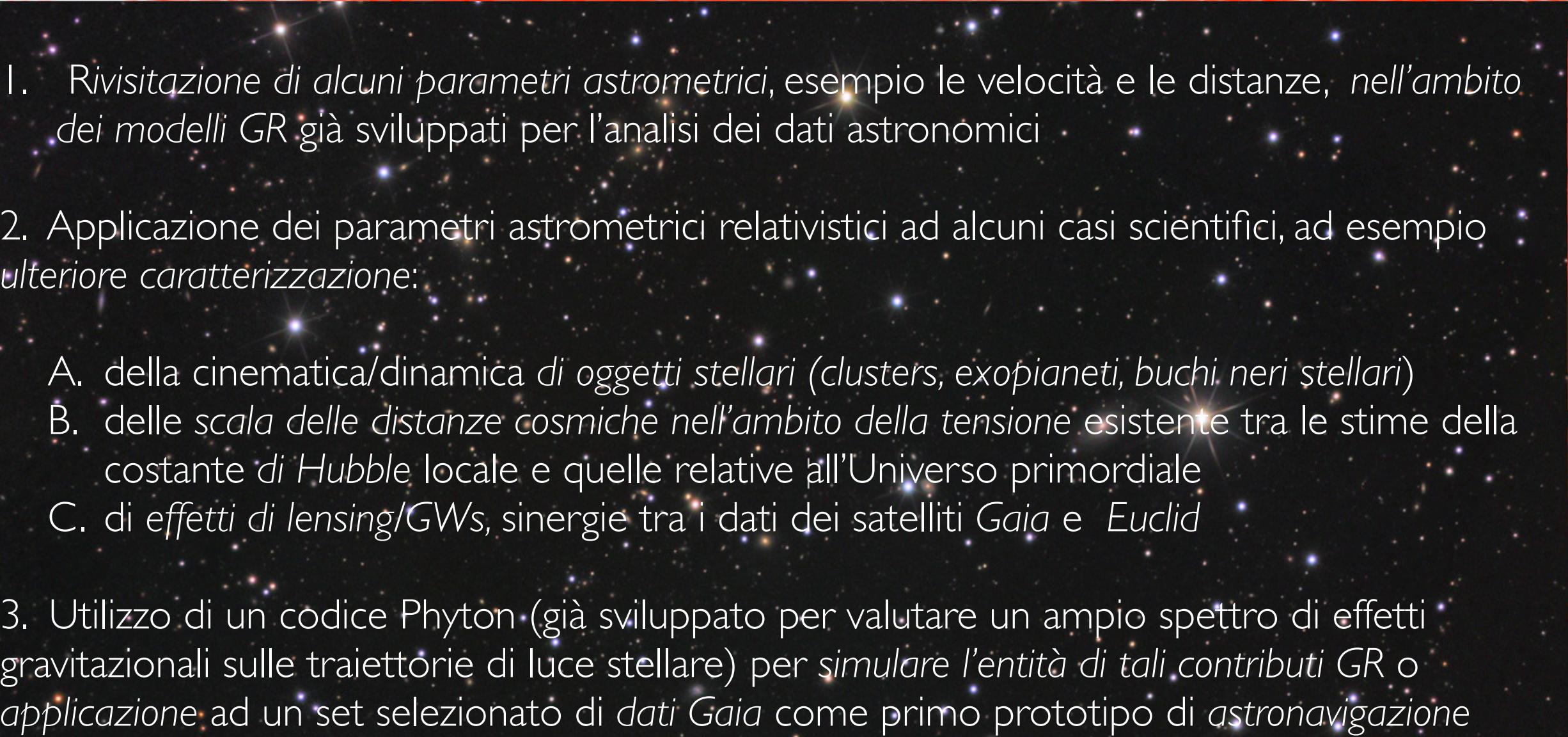
Interpretazione dei dati, impatto dei modelli di GR per la Fisica Fondamentale/ Cosmologia Locale

## RELATIVISTIC MODEL OF THE OBSERVER AND THE OBSERVABLES



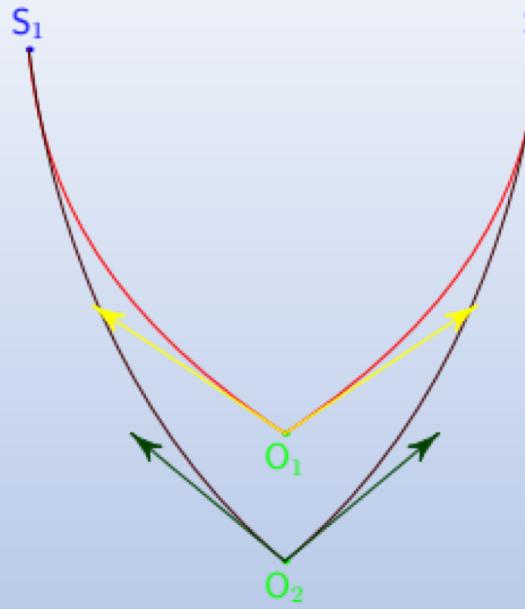
Tests di GR dal Sistema Solare fino alle scale dell'universo Vicino  
Descrizione della Via Lattea in GR = laboratorio coerente per test di cosmologia locale

In questo ambito, **proposte di tesi magistrali** (ref. [mariateresa.crosta@inaf.it](mailto:mariateresa.crosta@inaf.it))

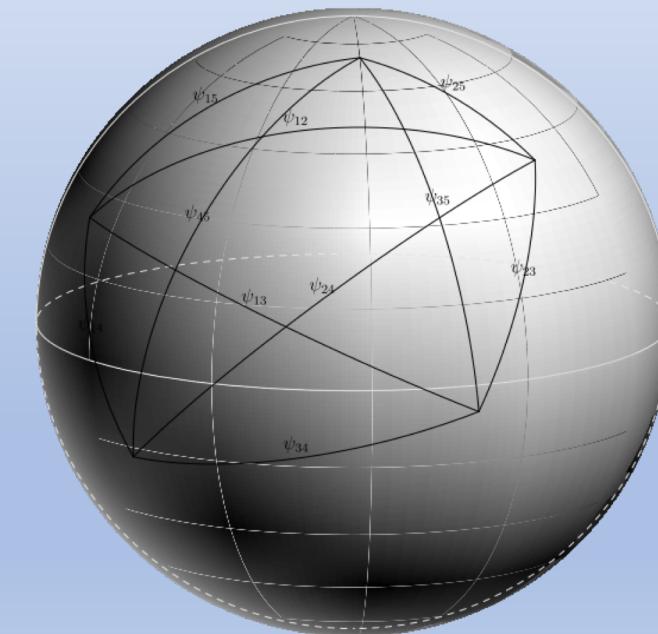
- 
- I. Rivisitazione di alcuni parametri astrometrici, esempio le velocità e le distanze, nell'ambito dei modelli GR già sviluppati per l'analisi dei dati astronomici
  2. Applicazione dei parametri astrometrici relativistici ad alcuni casi scientifici, ad esempio
    - A. della cinematica/dinamica di oggetti stellari (*clusters, exopianeti, buchi neri stellari*)
    - B. delle scale delle distanze cosmiche nell'ambito della tensione esistente tra le stime della costante di Hubble locale e quelle relative all'Universo primordiale
    - C. di effetti di lensing/GWs, sinergie tra i dati dei satelliti *Gaia* e *Euclid*
  3. Utilizzo di un codice Python (già sviluppato per valutare un ampio spettro di effetti gravitazionali sulle traiettorie di luce stellare) per simulare l'entità di tali contributi GR o applicazione ad un set selezionato di dati *Gaia* come primo prototipo di astronavigazione

# Astrometria globale dallo spazio

ref. [alberto.vecchiato@inaf.it](mailto:alberto.vecchiato@inaf.it) (011-8101941)



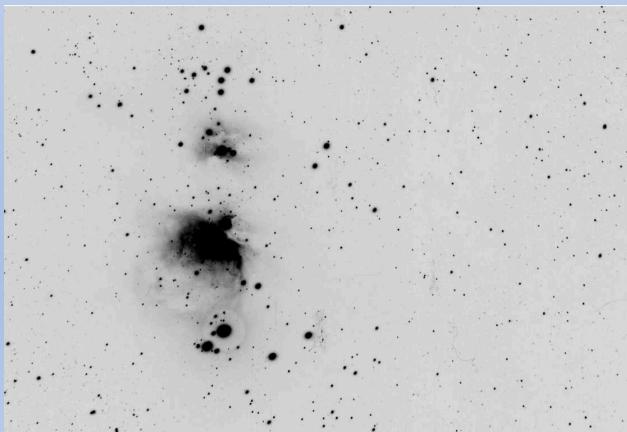
- Test di teorie della gravità da misure di astrometria globale
- Modelli arc-based per la ricostruzione della sfera globale



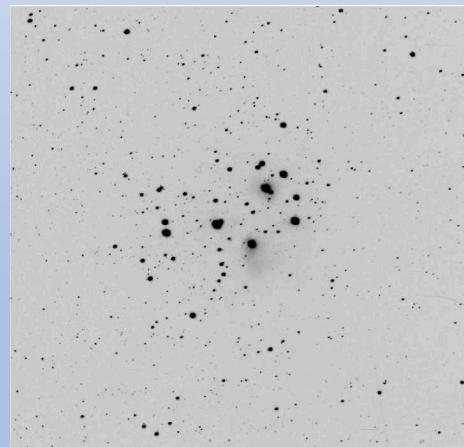
# TESI TRIENNALE: SFRUTTAMENTO SCIENTIFICO DI OSSERVAZIONI FOTOGRAFICHE NELL'ERA DI GAIA

Progetto **FOTOSS**: Valorizzazione scientifica dell'archivio di osservazioni **FOTO**grafiche del **Secolo Scorso** di patrimonio dell'OATo. Astrometria globale dallo spazio

ref. [beatrice.bucciarelli@inaf.it](mailto:beatrice.bucciarelli@inaf.it)



1927 Nebulosa di Orione



1930 Ammasso delle Pleiadi

- **Obiettivi generali in cui si inserirebbe il lavoro di tesi:**
  - Analisi della potenziale valenza astrofisica dell'archivio OATo nell'era di Gaia
    - Generazione di un database interrogabile a partire dai dati di archivio
    - Confronto con dati di letteratura
    - Selezione di set di osservazioni per esperimenti pilota di sfruttamento scientifico dell'archivio
  - Confronto delle prestazioni di s/w esistenti per l'estrazione di parametri astronomici applicati ad immagini fotografiche (vs CCD)
    - Object detection
    - Astrometria
    - Fotometria
  - Applicazioni scientifiche nel contesto di Gaia
    - Modellizzazione di un problema astronomico concreto (es. determinazione di parallasse)
    - Estrazione ed analisi dei dati fotografici a disposizione
    - Riduzione delle osservazioni al sistema di riferimento di Gaia
    - Confronto dei risultati con dati di letteratura ed eventuale loro integrazione, includendo il modello di errore

**TESI TRIENNALE di STORIA DELL'ASTRONOMIA/ASTRONOMIA  
E SOCIETA'**

**WINGs, Women IN Gravities: un database della partecipazione  
femminile nell'ambito della fisica della gravitazione**

Ref. Mariateresa Crosta (mariateresa.crosta@inaf.it)