

## Report di fine progetto

Il mio internship è stato completato a Space Telescope Science Institute in Baltimore, MD. Durante i due mesi di lavoro mi sono interessato del problema astrofisico della formazione di galassie ellittiche con grado di ellitticità basso (i.e. le E0, secondo la classificazione di Hubble). La formazione di queste è ancora poco compresa perché secondo lo scenario cosmologico più comunemente accettato (i.e. *concordance model*), con simulazioni numeriche di formazione di strutture cosmiche si riesce ad ottenere oggetti che hanno molte proprietà delle galassie ellittiche (e.g. profilo di de Vaucouleurs) solo per condizioni iniziali molto fredde e questo porta inevitabilmente allo sviluppo di una *radial orbit instability* nell'oggetto formato. Questo meccanismo fa sì che gli aloni di Dark Matter formati a redshift zero siano tutti prolatti o triassiali; non si vedono galassie E0 poiché una configurazione quasi sferica è fortemente radial orbit unstable.

Al fine di comprendere al meglio tale tematica e di cercare un approccio che potrebbe condurre ad una ricerca scientifica vera e propria, con il mio supervisore Massimo Stiavelli abbiamo deciso di occuparci di questo problema e di tentare di analizzarlo sviluppando delle simulazioni numeriche.

La prima parte del mio lavoro è stata, ovviamente, di ricerca bibliografica sull'argomento. Partendo da molti risultati classici sul collasso gravitazionale di sistemi stellari, ho cercato di capire come lo sviluppo di calcolatori sempre più potenti poteva aiutare a rafforzare dei risultati o a trovarne di nuovi.

Ho subito dovuto documentarmi sui codici numerici che avrei potuto utilizzare al fine di produrre la mia ricerca. Nella varietà di codici disponibili io e il mio supervisore abbiamo scelto di usare uno dei più sviluppati codici per simulazioni cosmologiche che comprendesse sia una parte N-body (con un Tree code) sia una parte di idrodinamica (SPH), ovvero **Gadget-2**.

Da lì in poi è cominciata la fase di comprensione del codice: il mio obiettivo naturalmente era quello di imparare a maneggiare il codice numerico al fine di istruirlo per simulare quello che io avevo progettato, ovvero avevo bisogno di essere un *utente* del codice e non uno *sviluppatore*. Ciò principalmente perché avevo solo due mesi a disposizione.

Ho quindi imparato a settare ed installare la public release di **Gadget-2** su vari sistemi che vanno dal mio desktop personale a diversi supercluster come IBM-SP6 del CINECA. Essendo il codice parallelizzato era per me conveniente, nonché necessario, far partire le simulazioni su dei supercomputer dove potessero girare in parallelo su più processori. Ho imparato quindi a dialogare con un *batch scheduler* in alcuni sistemi e a fare uno *spawning* dei processi su altri (e.g. UDF Cluster a STScI).

Parallelamente al codice per la simulazione ho anche dovuto imparare ad usare un codice per la generazione di condizioni iniziali, **GRAFIC-2**, ed un altro per il rintracciamento di oggetti gravitazionalmente legati, **AHF**.

Il primo è un generatore di condizioni iniziali cosmologiche gaussiane. Siccome il mio intento era quello di far partire dei run da redshift cosmologico per farli arrivare fino a redshift zero, avevo bisogno di un generatore di un campo di densità random ad un dato redshift che tenesse conto di un modello cosmologico. Quello che io ho praticamente usato è una versione modificata del software di

Bertschinger che genera direttamente un file compatibile con `Gadget-2`. Inoltre `GRAFIC-2` permette di generare una condizione iniziale raffinata a piacere e centrata in un punto del campo. Questo mi è stato di grande aiuto poiché avendo selezionato un oggetto gravitazionalmente legato mi ha permesso di aumentare la risoluzione solo attorno a questo proto-alone, risparmiando molte risorse di calcolo.

Il codice che ho scelto per l'*object-finding*, i.e. `AHF`, utilizza un algoritmo di selezione basato su un *Friends of Friends*. Esso è un codice moderno e leggero, nonché parallelizzato, e sembra essere più efficiente di alcuni algoritmi classici (e.g. `HOP`).

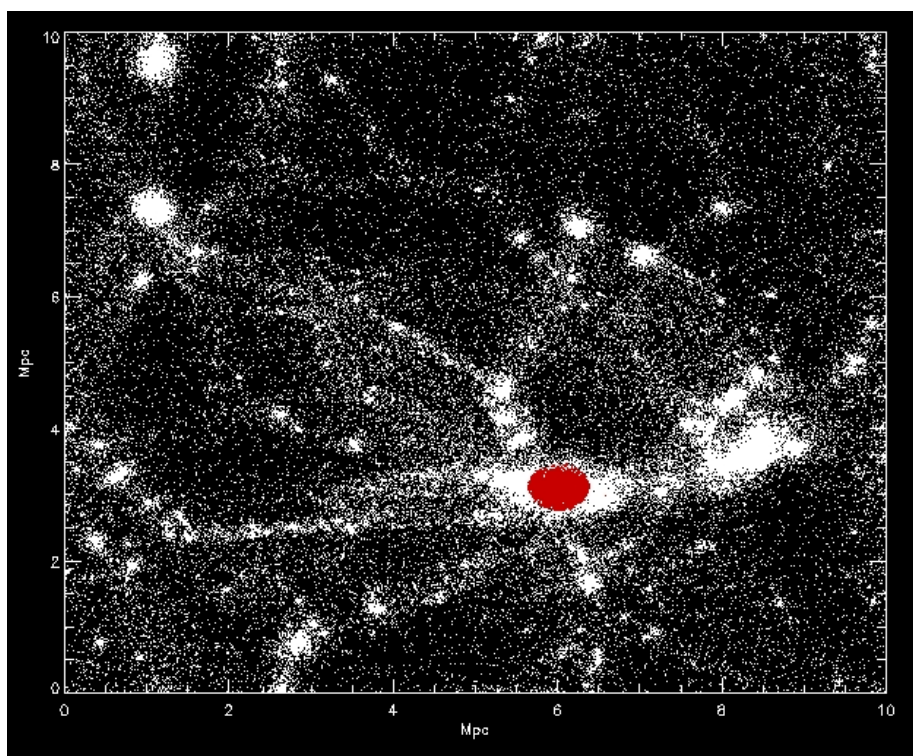


Figure 1: Uno snapshot di una simulazione a  $z=0$ . In totale sono simulate 520192 particelle di Dark Matter (senza idrodinamica) a partire da una condizione iniziale a  $z=100$ . In rosso è evidenziato l'alone di Dark Matter selezionato tramite `AHF`

Oltre ad intraprendere effettivamente il percorso che porta ad una ricerca scientifica, durante il mio internship a STScI ho praticamente imparato un metodo di ricerca ed analisi che è nuovo rispetto a ciò che è solitamente insegnato nei corsi universitari. Questo è molto simile a quello che avviene durante il periodo di Tesi per uno studente, in cui impara a maneggiare mezzi che spesso gli sono ignoti, con la differenza che qui la cosa è stata molto più *focused* e che l'aspirazione finale era una pubblicazione scientifica. Inoltre il fatto di stare molto a contatto col mio supervisore Massimo Stiavelli, mi ha permesso di apprendere sicuramente di più di quanto avrei potuto fare da solo. L'impegno che io ho impiegato per carpire il più possibile da questa esperienza, rara e fortu-

nata, è stato grande e certamente è stato ripagato con soddisfazioni personali e con una collaborazione che difficilmente si fermerà dopo questi due mesi.