

14/06/2013 – La materia oscura 1

Ormai sono ottant'anni che gli astronomi si trovano ad affrontare alcune anomalie gravitazionali in oggetti di grandi dimensioni (dalla Galassia in su), e finalmente, in tempi recenti, è stato possibile ricondurre tutte queste anomalie a un unico problema: quello della materia oscura.

Attenzione, perché non si tratta solo di un problema di nomenclatura. Fino a una quindicina d'anni fa, infatti, si parlava ancora genericamente di almeno tre tipi diversi di anomalie gravitazionali: quella all'interno di ogni singola galassia e, magari, diversa da galassia a galassia (o da punto a punto); quella all'interno di ammassi di galassie (anch'essa diversa ecc.), e quella cosmica. Oggi, è ormai possibile dire che è sufficiente una sola anomalia gravitazionale per descrivere tutte le osservazioni, anche quelle *indirette* che discuteremo per prime.

Si pensa sempre ai grandissimi telescopi e, ovviamente, pure quelli sono una parte indispensabile del gioco, ma il primo passo del lavoro si svolge all'interno di un computer. Memorie e potenze di calcolo sono ormai bastanti a simulare in modo soddisfacente l'addensamento della materia cosmica, a partire dal Big Bang e arrivando a oggi. E fate ben attenzione: occorre memorizzare ogni passo proprio perché, quando si osserva al telescopio, più lontano si va nello spazio, più indietro si va nel tempo. La qual cosa, per un computer non rappresenta un problema, e per l'astronomo è un'opportunità di enorme valore, perché in questo modo è possibile paragonare direttamente la teoria e l'osservazione durante tutto lo svolgersi della storia cosmica, e non solo oggi.

Immaginiamo, quindi, di simulare numericamente un Big Bang che dia origine a un universo, nel quale non esista altra materia oltre a quella visibile (non solo stelle, ma nubi luminose e oscure di Idrogeno ed Elio, e perfino neutrini). Facendo evolvere nel tempo una simulazione del genere, si troverà che, con ogni ragionevole distribuzione iniziale dei parametri che è possibile variare, non si può ottenere addensamento di materia. L'impulso del Big Bang è sufficiente a disperdere completamente la materia visibile.

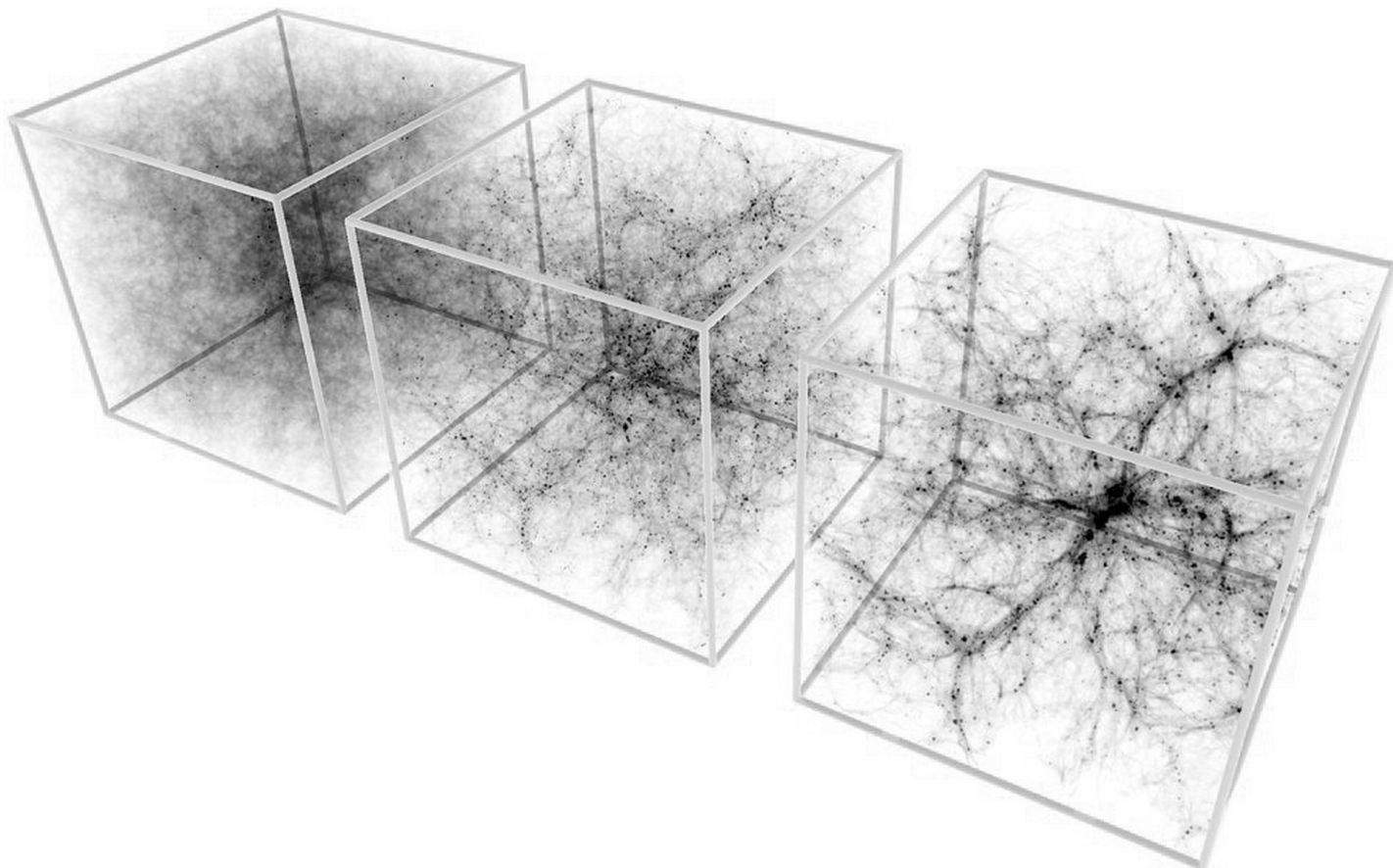
Si comincia, perciò, ad aggiungere altra materia in quantità sempre maggiore, ipotizzando che questa non sia visibile, e assumendo, per semplicità, che tutte le particelle siano identiche tra loro. Senza tirare troppo per le lunghe, si trova che il miglior accordo tra simulazioni numeriche e osservazioni richiede una massa in eccesso di circa 4 – 5 volte rispetto alla materia visibile. Ma non basta: occorre che la massa di queste particelle invisibili sia grande (poi vedremo quanto). Perché tutto ciò?

Il motivo è il seguente: se la massa delle particelle fosse piccola, come per la normale materia, l'impulso del Big Bang sarebbe sufficiente a impedire l'addensamento anche per questo gas di particelle oscure. Detto in modo diverso, la velocità di ogni singola particella sarebbe superiore alla velocità di fuga cosmica. Affinché le particelle si addensino tra loro sotto l'effetto della gravità, occorre che la loro velocità sia bassa (pochi chilometri al secondo). In sostanza: se la massa di ogni particella oscura è abbastanza grande, l'impulso iniziale non è riuscito a fornirle una velocità elevata.

Quanto grande deve essere la massa delle particelle oscure? Se consideriamo che la massa di un atomo d'Idrogeno è circa **1 Gev**, la massa di ciascuna di queste particelle deve

essere almeno dieci volte maggiore, e l'intervallo di masse consentito dal raffronto tra calcoli teorici e osservazioni è piuttosto ampio, fino a un centinaio di Gev e oltre.

Qui sotto osserviamo i risultati di una simulazione numerica. Si va da poco dopo il Big Bang, a un'età dell'universo intermedia, e all'età attuale.



Come si vede, il gas iniziale si accumula, sotto l'azione della propria gravità, in una struttura che, dopo un tempo sufficiente, è composta di filamenti e centri di addensamento. Poiché la massa della materia oscura è molto maggiore rispetto quella luminosa, senza tutta questa materia oscura non ci sarebbe stato neanche l'addensamento della materia normale in galassie e ammassi.

Un momento: come si fa a vedere la materia oscura? Rivelando, rispetto al fondo del cielo, le zone in cui compaiono situazioni di lente gravitazionale. Vale a dire: deformazione di quel che sta dietro dovuta a una massa che sta davanti, a causa della deviazione dei raggi luminosi prevista dalla Relatività generale. Considerando, inoltre, che le tecnologie di analisi delle lenti gravitazionali deboli, e cioè delle situazioni di deviazione debole, che coprono l'intera volta celeste, sono ormai estremamente precise, è possibile ottenere mappe assai dettagliate della distribuzione di materia oscura nel cosmo, e rilevare la presenza delle zone di maggior accumulo, dei filamenti e dei vuoti. Le indicazioni teoriche sulla quantità di materia oscura, e sull'intervallo probabile di massa delle particelle, si ottengono proprio paragonando le osservazioni di questo tipo con i risultati delle simulazioni.

Ma questo è solo l'inizio del discorso, ovviamente.