

21/06/2013 – La materia oscura 2

Proseguendo nel tentativo di mantenerci il più possibile aderenti a ciò che dicono le osservazioni, notiamo subito che la simulazione diretta dell'evoluzione cosmica in presenza di materia gravitante ma invisibile, non è l'unica risposta possibile per spiegare le anomalie gravitazionali, almeno in prima istanza. Un filone di ricerca del tutto differente è quello che afferma la non esistenza di materia oltre a quella visibile, ma spiega in modo differente i risultati osservativi. Il punto di partenza è la constatazione che le leggi di Newton (e di conseguenza anche quelle della Relatività generale) sono state sperimentate in un intervallo di distanze dell'ordine di qualche miliardo di chilometri; e cioè quelle misurabili all'interno del Sistema Solare. Le anomalie gravitazionali, però, si osservano su scale di distanza molto maggiori. Ci si chiede, perciò, se le leggi di Newton siano applicabili anche a distanze cosmiche, o se sia possibile modificarle in modo da rendere ragione di tutte le osservazioni, senza bisogno di altra materia. È questo il campo delle teorie dette "MOND" (Modified Newtonian Dynamics).

Bisogna parlare di "teorie" al plurale, perché i modi di metter mano alla semplice equazione newtoniana della forza gravitazionale sono infiniti. L'unico requisito è che, a grandi distanze, la forza diminuisca più lentamente di $1/R^2$, perché in questo modo, si ottiene *più gravità*, e quindi si simula la presenza di *più massa*. La prima teoria di questo genere fu proposta da Milgrom nel 1983, e da allora ne sono state suggerite a decine.

Perché tante teorie? Il motivo è che ciascuna di esse deve spiegare le osservazioni cosmologiche, via via che queste diventano più precise. Per esempio, appena si misura con precisione il campo di velocità delle galassie in un ammasso (sto parlando della pura e semplice determinazione spettroscopica delle velocità di avvicinamento o di allontanamento: qui le lenti gravitazionali ancora non c'entrano nulla), si può decidere di *calibrare* le variabili presenti nella teoria in maniera che rendano ragione in modo esatto di quanto avviene in quell'ammasso, nella speranza che, appena ci saranno buoni dati per un altro ammasso, la teoria fornisca le "previsioni" giuste anche per quest'ultimo.

Purtroppo, le cose non hanno mai funzionato bene, e di conseguenza, via via che le osservazioni precise si moltiplicavano, era necessario abbandonare teorie *semplici* per sostituirle con altre, sempre più *complicate*. Al giorno d'oggi, quando non ci sono solo i dati spettroscopici, ma anche quelli relativi alle lenti gravitazionali, succede sempre più di rado che venga proposta qualche nuova teoria MOND, anche se è rimasto qualche gruppetto di fisico-matematici che ogni tanto prova la fortuna. In generale, però, la maggior parte dei fisici è ormai convinta che queste teorie non conducano da nessuna parte, e che ci siano veramente particelle massicce di *materia oscura*.

Proviamo, dunque, a ragionare su queste particelle, senza fare ancora troppe ipotesi sulla loro natura, ma restando sulle generali. Per esempio: *tutte* le particelle del Modello Standard sono soggette a due tipi d'interazione; quella gravitazionale, e quella nucleare debole. Poiché la materia oscura è soggetta anche lei all'interazione gravitazionale, sembra *ragionevole* (e con ogni probabilità lo è) ipotizzare che sia soggetta anche all'interazione nucleare debole. Se così fosse, dovrebbe essere possibile catturarne alcune particelle con lo stesso tipo di metodologie usate per catturare i neutrini: grandi quantità di materia

schermate molto bene rispetto a qualsiasi altra radiazione proveniente dal cielo o dalla terra. Oltre ai neutrini, ci si aspetta che questi rivelatori riescano, saltuariamente, a catturare una particella di materia oscura.

Il problema è che non si ha la minima idea di quale potrebbe essere la velocità, la massa, la sezione d'urto di queste particelle. Le simulazioni al computer dell'evoluzione dell'universo, di cui abbiamo accennato la volta scorsa, possono forse aiutarci ad avere un'idea di massima su quali potrebbero essere le masse e le velocità in gioco, ma non sono in grado di dirci nulla sulle sezioni d'urto, ovvero sulle probabilità che una particella di materia oscura interagisca con la materia normale. Vale a dire: pure tirando per il collo al massimo ogni fonte d'informazione, ancora non siamo in grado di dire quante collisioni ci aspettiamo di osservare tra materia oscura e normale, date le dimensioni del rivelatore e i tempi di attesa.

Non è del tutto vero: conoscendo come funziona l'interazione debole, è forse possibile avere un'idea di massima delle sezioni d'urto, ma si tratta di calcoli non troppo attendibili.

Lascio da parte i primi esperimenti, che a volte hanno dato luogo a possibili eventi di rivelazione, sui quali pesano, però, diverse incertezze, poiché spesso i dati osservati si contraddicono tra loro. Rammento a tutti che non è intellettualmente corretto affermare che si è sempre trattato di errori strumentali o interpretativi; poiché l'argomento studiato è del tutto sconosciuto, può benissimo darsi che, in un secondo tempo, alcuni di questi dati vengano ripresi e interpretati alla luce di nuovi risultati.

Passo a illustrare il più moderno esperimento, dal quale ci si aspettano risultati attendibili, poiché non solo è di grandi dimensioni, e schermato da qualsiasi cosa in una delle caverne del Gran Sasso. Ciò che lo rende, per l'appunto, "attendibile", è che esso è il risultato della più ampia collaborazione scientifica mai organizzata su questo argomento. Fisici e ingegneri di ogni Paese hanno messo assieme le loro competenze, ed esaminato ogni dettaglio dei progetti, in modo da essere sicuri che i risultati non possano essere soggetti a dubbi di alcun genere.

Ovviamente, anche per **XENON** (questo è il nome dell'esperimento) è stato indispensabile fare i conti con quello che non si sa. Di conseguenza, nell'ipotesi che la massa delle particelle sia **A** e che la loro sezione d'urto sia **B**, ci si aspetta di rivelare **C** eventi l'anno, e così via. Comunque, l'esperimento è stato costruito con specifiche tali da riuscire a rivelare, in tempi ragionevoli, un ampio spettro di masse e sezioni d'urto.

I fisici di **XENON** hanno l'abitudine di rilasciare informazioni ufficiali a intervalli temporali determinati da congressi, o da necessità di manutenzione, e così via. L'esperimento è iniziato nel 2006, ed è stato "upgradato" nel 2010. Seguendo l'andamento dei conteggi nel tempo, è ormai possibile farsi una prima idea di come siano costituite le particelle di materia oscura. Nel giugno 2013, il numero totale di conteggi ottenuti è zero. Ciò vuol dire che le sezioni d'urto devono essere centinaia o migliaia di volte inferiori a quelle che erano state ipotizzate.

Chi ci lavora sta ancora aspettando, e pensando a ulteriori ingrandimenti dell'esperimento. Certo che, a sentire quello che dicono, il clima generale è di depressione spinta...