

Tutti gli studi più recenti
lo confermano:
l'universo è fatto
in gran parte da qualcosa
di sconosciuto
e ancora inspiegabile
Un mistero e una nuova
sfida per la scienza

IL LATO OSCURO DELLA MATERIA

CARLO ROVELLI

Sta succedendo qualcosa di curioso nella fisica fondamentale. Proprio nel momento in cui la rilevazione del bosone di Higgs al Cern corona il sogno di mezzo secolo, confermando la descrizione del mondo microscopico messa a punto negli anni Sessanta e Settanta, nel momento in cui potremmo cominciare a dire che abbiamo capito qualcosa della struttura profonda della materia, succede che gli astronomi hanno raccolto argomenti sempre più forti che indicano che l'universo è fatto in gran parte di qualcosa d'altro. Qualcosa di completamente diverso, che non è descritto dalle nostre teorie confermate, e di cui non abbiamo forse la più pallida idea.

Tutto è cominciato diverse decine di anni fa, studiando le galassie. Il primissimo indizio è stato trovato da un astronomo olandese, Jan Oort, nel 1932. Oort si è accorto che le stelle della lontana periferia della nostra galassia si muovono più veloci di quanto ci aspetteremmo. Pian piano la stessa anomalia è stata osservata

in molte altre galassie: le galassie ruotano, come quasi tutto nell'universo. Ciascuna stella, per esempio il nostro Sole, gira maestosamente intorno al centro della sua galassia. La velocità di rotazione si può calcolare a partire dalla massa totale della galassia, usando la fisica di Newton. Possiamo misurare direttamente la velocità delle stelle, grazie all'effetto Doppler, che rende più azzurro il colore delle stelle che si muovono verso di noi e più rosso il colore di quelle che si allontanano, così come il suono di una sirena che si avvicina è più acuto

“
Velocità

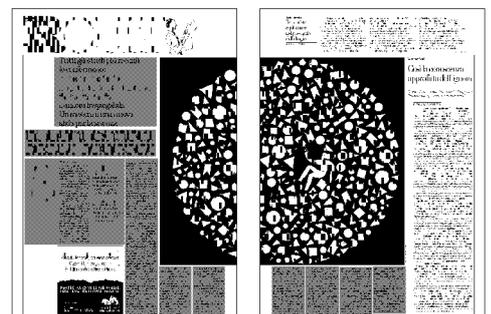
Le stelle ai margini delle galassie ruotano a una velocità molto superiore a quella prevista dalle teorie

Lezione d'umiltà
Una splendida lezione d'umiltà. La conferma che ciò che non sappiamo è infinitamente di più di quanto ci è noto

di quello di una sirena che si allontana. E qui arriva la sorpresa. Le stelle ai margini delle galassie girano molto più in fretta di quanto dovrebbero. Come se le galassie avessero molta più massa di quella formata dalle stelle visibili. Perché?

Per molti anni, questa discrepanza fra teoria e misura, chiamata "anomalia delle curve di rotazione", è rimasta uno strano puzzle, presentato ai convegni di fisica, senza una buona spiegazione. Fra le varie ipotesi di spiegazione vi era la possibilità che nelle galassie vi fosse altra materia oltre alle stelle, della materia invisibile per noi. Insomma una materia "oscura". (Da non confondere con il fenomeno chiamato molto impropriamente "energia oscura", che si riferisce ad una controversa questione sui motivi dell'espansione accelerata dell'universo, e non riguarda la materia). L'ipote-

si della materia oscura ha preso piede lentamente, diventando via via più plausibile. Segni indiretti della sua realtà si sono accumulati. Per esempio, alcune galassie si comportano come gigantesche lenti d'ingrandimento, perché la loro forza di gravità curva i raggi di luce che vengono da oggetti lontani nell'universo. Osservando questo effetto di "lente gravitazionale" si può dedurre la massa di queste galassie, e ancora una volta questa risulta essere molto maggiore della massa osservata. La settimana scorsa a Stoccolma, alla grande conferenza sulla relatività generale intitolata a Marcel Grossmann, amico e collaboratore di Einstein, alla quale hanno partecipato centinaia di scienziati di tutto il mondo, proprio lo stesso giorno in cui veniva annunciata la rivelazione del bosone di Higgs, venivano anche presentati gli ultimi dettagliati risultati teorici sulla formazione delle galassie. La sintesi è che la formazione e la struttura delle galassie viene fortemente chiarita se assumiamo l'esistenza della materia oscura, in quantità molto superiore alla materia visibile. La galassia, con i suoi cento miliardi di stelle, è solo una concentrazione di materia visibile relativamente piccola, risucchiata dalla gravità nel centro di giganteschi vortici, molto più gran-



di della galassia stessa, di materia oscura. Impressionanti simulazioni per mezzo di super-computer (che si possono vedere in internet su Youtube cercando: Milky Way Galaxy Formation-Simulation 2011) mostrano che questo scenario descrive bene la formazione e la struttura di galassie come la nostra. Insomma, comincia a diventare difficile credere che la questa ipotetica materia oscura non ci sia.

Ma cos'è la materia oscura? Sono state studiate le ipotesi più disparate, da quelle più semplici a quelle più audaci: nubi di polvere, corpi celesti spenti, pianeti scuri e solitari sparsi qua e là nello spazio, minuscoli buchi neri, sciami di neutrini... ogni sorta di oggetti fra quelli noti è stata considerata, ma nessuna ipotesi funziona, perché ciascuno di questo lascerebbe altre tracce visibili. E c'è di peggio: le nostre conoscenze sulla storia dell'universo sono oggi buone ed abbiamo un quadro preciso dell'evoluzione della materia da poco dopo il Big Bang fino ad oggi. Questo quadro permette di calcolare l'abbondanza nell'universo della materia ordinaria, fatta di atomi. Il risultato concorda in maniera egregia con l'abbondanza di materia visibile che vediamo. In altre parole, tutti gli indizi si sommano per concludere che la materia oscura non è materia come quella che conosciamo. Non è fatta di atomi. È qualcos'altro, di radicalmente nuovo per noi. Che cos'è?

Diverse teorie sono allo studio. Esistono esperimenti che provano a misurare radiazioni dal cielo nella speranza di captare qualche segnale che si possa fare risalire alla materia oscura. Uno di questi si svolge nei laboratori del Gran Sasso. Ma la realtà è che per ora non abbiamo risposte solide. Abbiamo uno splendido quadro concettuale, confermato dagli esperimenti, che descrive benissimo tutta la materia

visibile dell'universo, ma stiamo scoprendo che l'universo forse è fatto in gran parte da qualcos'altro. Le stime più plausibili indicano che la misteriosa materia oscura sia cinque o sei volte più abbondante della materia visibile formata da atomi. E non ne sappiamo nulla.

È una splendida lezione di umiltà, credo, che arriva nel momento del trionfo. Isaac Newton, l'uomo che forse più di ogni altro ha saputo guardare dentro i segreti della Natura, scriveva in una lettera alla fine della sua vita che si sentiva come un bambino che ha giocato con i ciottoli sulla spiaggia, davanti al mare immenso di quanto ancora non sappiamo. Da allora abbiamo esplorato larghi tratti di quel mare, ma il mare è ancora sterminato, e quello che non sappiamo è molto di più di quanto sappiamo. Credo che dobbiamo riconoscere la forza meravigliosa del nostro pensiero, che riesce a penetrare e a spietarsi sempre più profondi e lontani del mondo; ma anche riconoscere la nostra vastissima ignoranza, e accettarla. Senza sentire il bisogno di difendercene, né prendendo per buone le favole della tradizione, che in realtà non sa nulla, né con la sciocca presunzione di pensare che la scienza abbia tutte le risposte.