

I buchi neri IV (12/1/2005)

Abbiamo completato l'analisi dei dintorni del buco nero fino a lanciarvi un robot e abbiamo visto che, mentre l'immagine del robot sparisce perché diventa sempre più fiavole, esso sembra rallentare e *spalmarsi* sulla superficie di Schwarzschild, anziché accelerare ed entrare in velocità come ci saremmo attesi. Ricordiamo a questo punto che le immagini trasportate dalla luce sono la realtà per definizione e dunque, per chi resta fuori da un buco nero, non solo nulla può uscire dalla superficie di Schwarzschild, ma neppure può *entrare* qualcosa, sebbene il tempo di *appiattimento* sia così breve che, a tutti gli effetti, l'oggetto *diviene parte* del buco nero molto rapidamente.

Seguiamo invece il punto di vista del robot. A lui sembra di accelerare normalmente, e il disco nero di fronte a lui s'ingrandisce. Quando il disco copre esattamente metà della volta celeste (a parte dettagli dovuti alla deformazione dei raggi di luce in prossimità della superficie di Schwarzschild), vuol dire che il robot sta attraversando il punto di non ritorno. Ma se guarda indietro può ancora vedere il cielo e l'astronave, e continuare a riceverne informazioni radio a ritmo regolare. Via via che affonda, la zona di cielo che vede dietro di sé si restringe via via, ma non si annulla mai. Questo perché lo spazio è risucchiato assieme a lui con la stessa velocità e accelerazione, e dunque ogni raggio di luce proveniente dall'esterno si muoverà verso il basso con la stessa velocità e accelerazione dello spazio in cui si trova, e in più si muoverà rispetto allo spazio (e al robot) sempre con la velocità della luce.

Questo vuol dire che, all'attraversamento del punto di non ritorno, l'universo *fuori* e quello *dentro* si *distaccano* definitivamente. Le *realtà* interne ed esterne viaggiano in modo diverso. Da fuori si può ancora influenzare quello che sta dentro, ma non si può avere la prova di averlo fatto. Se un telecomando sull'astronave può far esplodere una bomba nel robot, schiacciando il bottone il robot esplose, ma da fuori ci si può solo fidare che sia successo davvero, poiché anche i frammenti scaraventati verso l'esterno precipitano a velocità maggiore di quella della luce verso il centro.

Cosa c'è dentro il buco nero? Materia solida? Non è possibile. La forza di pressione necessaria a tenerla su contro la gravità sarebbe a sua volta così *pesante* da far crollare istantaneamente qualsiasi struttura, e dunque l'interno di un buco nero è composto da vuoto assoluto, a parte la materia e la luce che ci cadono dentro e sono solo di transito verso il centro.

Il robot, sapendo che gli resta poco tempo, guarda verso il basso per vedere cosa c'è al centro esatto del buco nero. Ma non vede nulla. Anzi, la luce che proviene da livelli più bassi di quello degli occhi è tanto più fiavole e arrossata quanto più distante è la sua sorgente. Via via, anche il corpo del robot comincia a sparire nel buio poiché la luce si trova in un pozzo di gravità crescente, e fa sempre più fatica a risalirne anche un pezzetto breve.

La fine del robot si avvicina. Quando è entrato nel buco nero si trovava a circa 10 km dal centro e, siccome la sua altezza è inferiore a due metri, sia la testa che i piedi si trovavano più o meno alla stessa distanza dal centro stesso, e la forza di gravità esercitata sul corpo del robot era quasi identica dovunque. Ma quando la distanza dal centro diminuisce, il trascinamento dello spazio nelle zone più profonde è più veloce che nelle zone meno profonde. Dunque, il robot comincia a provare una forza longitudinale che tende a stirarlo, poiché la testa è soggetta a una certa forza di attrazione, i piedi a una forza molto maggiore. Si tratta di pura e semplice forza di *marea*. In tempi rapidissimi il robot si spacca, poi si spaccano le lamiere e immediatamente dopo le molecole e gli atomi; i nuclei atomici si spaccano a loro volta, e infine anche protoni e neutroni si frammentano in quark.

Siamo ormai a ridosso del centro del buco nero. Non sappiamo se elettroni e quark possiedano a loro volta una struttura interna; se è così, anche loro sono destinati a spaccarsi, poiché non soltanto la forza di gravità tende a infinito, ma quel che più conta è che il *gradiente* della forza di gravità va a sua volta a infinito, e quindi nessuna struttura che sia trattenuta da una forza finita può resistere. Quindi, tutto ciò che cade in un buco nero si disintegra nei suoi costituenti fondamentali (ammesso che esistano, altrimenti si disintegra all'infinito) prima di raggiungere il centro.

Dunque, cosa c'è al centro, almeno in questa approssimazione modellistica? Un punto materiale, di dimensioni nulle, che contiene tutta la massa del buco nero.