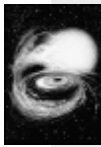


BUCO NERO



Il buco nero è un corpo celeste estremamente denso, dotato di un'attrazione gravitazionale talmente elevata da non permettere l'allontanamento di alcunché dalla propria superficie. Buchi neri si formano spontaneamente dal collasso di stelle, collasso che avviene prima del loro spegnimento. Anche una stella relativamente piccola (tre volte la massa del Sole) può dar luogo a un buco nero. Al centro della nostra galassia c'è un buco nero che ha qualche milione di volte la massa del Sole. Una volta formatosi, si accresce ingoiando la materia circostante nella sua galassia. Particolarmente drammatico è l'effetto di accrescimento di buchi neri supermassicci (come quello di 3C279) che possono avere mi-

liardi di masse solari. La presenza di un buco nero può essere rilevata indirettamente, tramite gli effetti del suo intenso campo gravitazionale (a esempio, nella caduta verso il buco nero l'energia potenziale legata alla caduta può generare fiotti di raggi gamma). Con questo artificio si è in grado di "vedere" un buco nero con un telescopio gamma.

di GIACOMINA PELLIZZARI

«È stato scoperto il buco nero più distante dalla Terra». Detta così può sembrare una rivelazione lontana da noi, invece è proprio il contrario perché una parte degli autori di questo evento ha studiato a Udine e ora insegna nella sua università. Sono loro che attraverso l'occhio del telescopio internazionale Magic (Major atmospheric gamma-ray imaging cherenkov), allestito all'Osservatorio del Roque de los Muchachos sull'isola di La Palma, nell'arcipelago delle Canarie, sono riusciti a vedere là dove nessun altro esperimento era arrivato prima, rivelando un buco nero distante dalla Terra circa 6 miliardi di anni luce, la metà del raggio dell'intero Universo. Una scoperta che, oltre a dimostrare che l'Universo stesso è più buio del previsto, mette in discussione cento anni di studi in Fisica perché suggerisce che la luce potrebbe viaggiare in modo diverso da quanto predetto dalla teoria della relatività.

Sono proprio gli autori del lavoro a riassumere il risultato della ricerca, in pubblicazione oggi sulle pagine della rivista *Science*. Oltre ai coordinatori nazionali e locali di Magic, Alessandro De Angelis e Barbara De Lotto, fanno parte del gruppo di Udine dell'Istituto nazionale di fisica nucleare e dell'ateneo friulano, e hanno firmato l'articolo, Michela De Maria, Francesco De Sabato, Francesco Longo, Nijil Mankhuzil, Massimo Persic, Valeria Scapin e Vincenzo Vitale.

Il buco nero avvistato da Magic si trova al centro della galassia 3C279, lontanissima dalla nostra, e conferma, come spiega il professor De Angelis, ordinario di Fisica sperimentale all'università di Udine, «che l'Universo è più trasparente di quanto si pensava. Non si riteneva possibile, infatti, che l'energia potesse arrivare da così lontano». Il buco nero avvistato, fanno sapere dall'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn) e dall'Istituto nazionale di Astrofisica (Inaf), «è un oggetto supermassiccio, la cui massa è un miliardo di volte quella del Sole e si accresce continuamente fagocitando la materia della galassia circostante. Durante questo processo emette raggi gamma di altissima energia, cioè fotoni come quelli che compongono la luce visibile, ma oltre cento miliardi di volte più energetici di essi».

Il fatto che l'Universo sia più trasparente del previsto



Il telescopio Magic allestito all'Osservatorio del Roque de los Muchachos sull'isola di La Palma, nell'arcipelago delle Canarie, e il suo sistema laser di controllo attivo di puntamento degli specchi. A destra un buco nero in una rappresentazione artistica della Nasa

significa che è anche più buio. Se si pensa che di notte nei posti più bui si vede un maggior numero di stelle è più facile comprendere la spiegazione di De Angelis che aggiunge: «I raggi gamma, se c'è luce in mezzo, non passano perché vengono assorbiti dalla luce visibile, se invece c'è più buio passano e quindi si vedono».

Vedendoli, gli astrofisici possono esplorare l'Universo in maggior profondità di quanto pensassero prima della scoperta e avvicinarsi quindi all'istante del big bang, quello che circa 14 miliardi di anni fa ha generato l'Universo. Ma c'è di più perché,

aggiunge De Angelis, «possiamo studiare la propagazione della luce ad altissima energia su grandi distanze e analizzare fenomeni di fisica fondamentale a scale non raggiungibili dagli acceleratori di particelle».

Lo scopo del gruppo di Udine dell'Infn è proprio quello di osservare tante galassie per avvicinarsi sempre più alle origini dell'Universo. «Cerchiamo oggetti sempre più lontani e ora che abbiamo a disposizione più telescopi possiamo lavorare meglio», precisa De Angelis, impegnata nell'evoluzione di Magic dalla cui costola è nato Magic 2. Il secondo telescopio sarà

Grazie al telescopio Magic operante nelle Canarie hanno individuato il corpo celeste distante 6 miliardi di anni luce nella ricerca coordinata dal professor Alessandro De Angelis

Rivelazioni sull'Universo: fisici di Udine scoprono il buco nero più lontano

“ Adesso sappiamo che il cosmo è più buio di quanto si pensasse, questo fa ridiscutere cento anni di studi

“ Ha una dimensione enorme e c'è da chiedersi in quanto tempo possa "mangiarsi" alla fine l'intera galassia

“ I risultati ottenuti sono un vanto per tutto l'ateneo friulano, speriamo di poter continuare queste attività



inaugurato il 19 settembre a fianco del primo.

«Riuscire a rivelare la radiazione gamma proveniente da una sorgente così lontana è un risultato molto importante perché sfida le attuali teorie sulla "densità" della luce», aggiunge il professore dell'ateneo friulano, nel sottolineare che il buco nero scoperto attraverso Magic è enorme e si sta mangiando tutta la sua galassia. Ed è proprio il passaggio delle stelle vicino al buco nero che l'hanno reso visibile: «Appena passa una stella il buco nero l'assorbe, mentre lo fa si creano fenomeni di alterazione vicino al confine del buco nero in cui le

particelle si urtano e generano raggi gamma che consentono di vedere lo stesso buco nero».

Quello esplorato attraverso l'occhio di Magic è un buco nero davvero enorme. «Basti pensare - continua De Angelis - che a differenza di quello più grosso della nostra galassia, che ha 3 milioni di masse solari, questo ne ha un miliardo». A questo punto la domanda è: in quanto tempo un buco nero può mangiarsi la galassia? «Non si sa», risponde il docente di Fisica sperimentale, nel ricordare che a fronte di diverse ipotesi quella dominante è «che se i buchi neri aumentano si esaurisce la ma-



RAGGI GAMMA

I raggi gamma non sono facili da osservare: contrariamente alla luce visibile, essi non possono venire concentrati con sistemi ottici, ma si comportano come proiettili energetici e la loro rivelazione deve essere effettuata con strumenti e metodologie tipiche della fisica subnucleare. Inoltre, poiché essi vengono assorbiti dall'atmosfera terrestre, i telescopi gamma si devono collocare fuori dall'atmosfera stessa, e dunque su satellite (è la tecnica usata dal telescopio Glast), o si devono costruire strumenti a terra come Magic, in grado di rivelare l'energia prodotta nell'interazione dei raggi gamma con l'atmosfera. Un raggio gamma proveniente dallo spazio interagisce con l'atmosfera e genera particelle cariche, formando una cascata. Tale cascata è detta sciame elettromagnetico. Alcune fra le particelle che si formano nello sciame generano un piccolo "bang" di luce visibile, analogo al "bang" di un aereo supersonico, che può essere visto da un telescopio sensibile come Magic, che con i suoi 17 metri di diametro è il più grande del mondo.

durante i più violenti fenomeni cosmici, quali per esempio le esplosioni di supernova, i gamma ray bursts (o lampi gamma) e l'accrescimento dei buchi neri al centro delle galassie, come nel caso della sorgente avvistata da Magic. I fotoni gamma forniscono notizie preziose sui processi che li hanno generati perché non subiscono deviazioni da parte dei campi magnetici (come accade invece per i raggi cosmici dotati di carica) e giungono quindi sulla Terra conservando integra l'informazione sulla loro origine. Così possono essere utilizzati per la moderna fisica astroparticellare e l'astronomia e, dal momento che queste particelle viaggiano per distanze comparabili con il raggio dell'Universo, esse danno informazioni importanti anche per la fisica fondamentale e per la cosmologia».

Oltre ai passi avanti che farà fare alla Fisica moderna, l'osservazione del lontanissimo buco nero avrà i suoi effetti anche sulla ricerca applicata in altri settori scientifici: «L'utilizzo dei sofisticati strumenti usati per osservare l'Universo ci consente di sviluppare - fa notare De Angelis - nuovi sensori che potranno avere applicazioni in radiodiagnostica».

La scoperta di Magic è un vanto per l'ateneo friulano che ha investito 160 mila euro nel progetto di ricerca condiviso con le università di Padova e Siena. Complessivamente il gruppo di Udine ha ricevuto in aggiunta dall'Istituto di fisica nucleare circa mezzo milione di euro. «Il gruppo Infn di Udine continuerà a lavorare su questi progetti e speriamo che anche le università possano continuare a farlo» auspica De Angelis, lasciando intendere che molto dipenderà dai fondi ministeriali che saranno destinati all'ateneo friulano, il quale ha già formalizzato una richiesta di ulteriori finanziamenti per questo settore di ricerca.

Una fatto per offrire l'opportunità agli studenti e ai dottorandi di Fisica computazionale di partecipare a ricerche di punta e quindi a grosse scoperte che possono tradursi in molteplici possibilità occupazionali. Non a caso quasi tutti i dottorandi in Fisica vanno a perfezionare le loro esperienze all'estero dove sono molto apprezzati.

Nel campo della fisica, insomma, Udine è una fucina di cervelli che porta il suo contributo in Italia e all'estero. Molti, in effetti, rientrano nel Bel Paese per svolgere ruoli di tutto rispetto. Lo stesso non accade a Udine dove il mercato del lavoro nella ricerca è meno sviluppato.

Grazie al telescopio Magic operante nelle Canarie hanno individuato il corpo celeste distante 6 miliardi di anni luce nella ricerca coordinata dal professor Alessandro De Angelis

Rivelazioni sull'Universo: fisici di Udine scoprono il buco nero più lontano

di GIACOMINA PELLIZZARI

«È stato scoperto il buco nero più distante dalla Terra». Detta così può sembrare una rivelazione lontana da noi, invece è proprio il contrario perché una parte degli autori di questo evento ha studiato a Udine e ora insegna nella sua università. Sono loro che attraverso l'occhio del telescopio internazionale Magic (Major atmospheric gamma-ray imaging cherenkov), allestito all'Osservatorio del Roque de los Muchachos sull'isola di La Palma, nell'arcipelago delle Canarie, sono riusciti a vedere là dove nessun altro esperimento era arrivato prima, rivelando un buco nero distante dalla Terra circa 6 miliardi di anni luce, la metà del raggio dell'intero Universo. Una scoperta che, oltre a dimostrare che l'Universo stesso è più buio del previsto, mette in discussione cento anni di studi in Fisica perché suggerisce che la luce potrebbe viaggiare in modo diverso da quanto predetto dalla teoria della relatività.

Sono proprio gli autori del lavoro a riassumere il risultato della ricerca, in pubblicazione oggi sulle pagine della rivista *Science*. Oltre ai coordinatori nazionale e locale di Magic, Alessandro De Ange-

lis e Barbara De Lotto, fanno parte del gruppo di Udine dell'Istituto nazionale di fisica nucleare e dell'ateneo friulano, e hanno firmato l'articolo, Michela De Maria, Francesco De Sabato, Francesco Longo, Nijil Mankhuzil, Massimo Persic, Valeria Scapin e Vincenzo Vitale.

Il buco nero avvistato da Magic si trova al centro della galassia 3C279, lontanissima dalla nostra, e conferma, come spiega il professor De Angelis, ordinario di Fisica sperimentale all'università di Udine, «che l'Universo è più trasparente di quanto si pensava. Non si riteneva possibile, infatti, che l'energia potesse arrivare da così lontano». Il buco nero avvistato, fanno sapere dall'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn) e dall'Istituto nazionale di Astrofisica (Inaf), «è un oggetto supermassiccio, la cui massa è un miliardo di volte quella del Sole e si accresce continuamente fagocitando la materia della galassia circostante. Durante questo processo emette raggi gamma di altissima energia, cioè fotoni come quelli che compongono la luce visibile, ma oltre cento miliardi di volte più energetici di essi».

Il fatto che l'Universo sia più trasparente del previsto

Adesso sappiamo che il cosmo è più buio di quanto si pensasse, questo fa ridiscutere cento anni di studi

” Ha una dimensione enorme e c'è da chiedersi in quanto tempo possa “mangiarsi” alla fine l'intera galassia ”

” I risultati ottenuti sono un vanto per tutto l'ateneo friulano, speriamo di poter continuare queste attività

significa che è anche più buio. Se si pensa che di notte nei posti più bui si vede un maggior numero di stelle è più facile comprendere la spiegazione di De Angelis che aggiunge: «I raggi gamma, se c'è luce in mezzo, non passano perché vengono assorbiti dalla luce visibile, se invece c'è più buio passano e quindi si vedono».

Vedendoli, gli astrofisici possono esplorare l'Universo in maggior profondità di quanto pensassero prima della scoperta e avvicinarsi quindi all'istante del big bang, quello che circa 14 miliardi di anni fa ha generato l'Universo. Ma c'è di più perché,

aggiunge De Angelis, «possiamo studiare la propagazione della luce ad altissima energia su grandi distanze e analizzare fenomeni di fisica fondamentale a scale non raggiungibili dagli acceleratori di particelle».

Lo scopo del gruppo di Udine dell'Infn è proprio quello di osservare tante galassie per avvicinarsi sempre più alle origini dell'Universo. «Cerchiamo oggetti sempre più lontani e ora che abbiamo a disposizione più telescopi possiamo lavorare meglio» precisa De Angelis, impegnato nell'evoluzione di Magic dalla cui costola è nato Magic 2. Il secondo telescopio sarà

inaugurato il 19 settembre a fianco del primo.

«Riuscire a rivelare la radiazione gamma proveniente da una sorgente così lontana è un risultato molto importante perché sfida le attuali teorie sulla "densità" della luce», aggiunge il professore dell'ateneo friulano, nel sottolineare che il buco nero scoperto attraverso Magic è enorme e si sta mangiando tutta la sua galassia. Ed è proprio il passaggio delle stelle vicino al buco nero che l'hanno reso visibile: «Appena passa una stella il buco nero l'assorbe, mentre lo fa si creano fenomeni di alterazione vicino al confine del buco nero in cui le

particelle si urtano e generano raggi gamma che consentono di vedere lo stesso buco nero».

Quello esplorato attraverso l'occhio di Magic è un buco nero davvero enorme. «Basti pensare – continua De Angelis – che a differenza di quello più grosso della nostra galassia, che ha 3 milioni di masse solari, questo ne ha un miliardo». A questo punto la domanda è: in quanto tempo un buco nero può mangiarsi la galassia? «Non si sa» risponde il docente di Fisica sperimentale, nel ricordare che a fronte di diverse ipotesi quella dominante è «che se i buchi neri aumentano si esaurisce la ma-

teria. Questo è uno dei finali possibili per l'universo». Un finale non certo divertente.

«Lo studio di questo fondo luminoso extragalattico è di grande interesse – spiega anche Marco Salvati dell'osservatorio di Arcetri, coordinatore del gruppo dell'Inaf e coautore del lavoro – perché ci dà informazioni sulla storia della produzione della luce durante l'evoluzione dell'universo. Una storia che è intimamente legata alla nascita e allo sviluppo di stelle e galassie». I raggi gamma, si legge nella nota dell'Infn e dell'Inaf, «rappresentano la radiazione di più alta energia mai osservata e sono generati

te il gruppo di Udine ha ricevuto in aggiunta dall'Istituto di fisica nucleare circa mezzo milione di euro. «Il gruppo Infn di Udine continuerà a lavorare su questi progetti e speriamo che anche le università possano continuare a farlo» auspica De Angelis, lasciando intendere che molto dipenderà dai fondi ministeriali che saranno destinati all'ateneo friulano, il quale ha già formalizzato una richiesta di ulteriori finanziamenti per questo settore di ricerca.

L'ha fatto per offrire l'opportunità agli studenti e ai dottorandi di Fisica computazionale di partecipare a ricerche di punta e quindi a grosse scoperte che possono tradursi in molteplici possibilità occupazionali. Non a caso quasi tutti i dottorandi in Fisica vanno a perfezionare le loro esperienze all'estero dove sono molto apprezzati.

Nel campo della fisica, insomma, Udine è una fucina di cervelli che porta il suo contributo in Italia e all'estero. Molti, in effetti, rientrano nel Bel Paese per svolgere ruoli di tutto rispetto. Lo stesso non accade a Udine dove il mercato del lavoro nella ricerca è meno sviluppato.

durante i più violenti fenomeni cosmici, quali per esempio le esplosioni di supernova, i gamma ray bursts (o lampi gamma) e l'accrescimento dei buchi neri al centro delle galassie, come nel caso della sorgente avvistata da Magic. I fotoni gamma forniscono notizie preziose sui processi che li hanno generati perché non subiscono deviazioni da parte dei campi magnetici (come accade invece per i raggi cosmici dotati di carica) e giungono quindi sulla Terra conservando integra l'informazione sulla loro origine. Così possono essere utilizzati per la moderna fisica astroparticellare e l'astronomia e, dal momento che queste particelle viaggiano per distanze comparabili con il raggio dell'universo, esse danno informazioni importanti anche per la fisica fondamentale e per la cosmologia».

Oltre ai passi avanti che farà fare alla Fisica moderna, l'osservazione del lontanissimo buco nero avrà i suoi effetti anche sulla ricerca applicata in altri settori scientifici: «L'utilizzo dei sofisticati strumenti usati per osservare l'universo ci consente di sviluppare – fa notare De Angelis – nuovi sensori che potranno avere applicazioni in radiodiagnostica».

La scoperta di Magic è un vanto per l'ateneo friulano che ha investito 160 mila euro nel progetto di ricerca condiviso con le università di Padova e Siena. Complessivamente

BUCO NERO



Il buco nero è un corpo celeste estremamente denso, dotato di un'attrazione gravitazionale talmente elevata da non permettere l'allontanamento di alcunché dalla propria superficie. Buchi neri si formano spontaneamente dal collasso di stelle, collasso che avviene prima del loro spegnimento. Anche una stella relativamente piccola (tre volte la massa del Sole) può dar luogo a un buco nero. Al centro della nostra galassia c'è un buco nero che ha qualche milione di volte la massa del Sole. Una volta formatosi, si accresce ingoiando la materia circostante nella sua galassia. Particolarmente drammatico è l'effetto di accrescimento di buchi neri supermassicci (come quello di 3C279) che possono avere miliardi di masse solari. La presenza di un buco nero può essere rilevata indirettamente, tramite gli effetti del suo intenso campo gravitazionale (a esempio, nella caduta verso il buco nero l'energia potenziale legata alla caduta può generare fiotti di raggi gamma). Con questo artificio si è in grado di "vedere" un buco nero con un telescopio gamma.

RAGGI GAMMA



Iraggi gamma non sono facili da osservare: contrariamente alla luce visibile, essi non possono venire concentrati con sistemi ottici, ma si comportano come proiettili energetici e la loro rivelazione deve essere effettuata con strumenti e metodologie tipiche della fisica subnucleare. Inoltre, poiché essi vengono assorbiti dall'atmosfera terrestre, i telescopi gamma si devono collocare fuori dall'atmosfera stessa, e dunque su satellite (è la tecnica usata dal telescopio Glast), o si devono costruire strumenti a terra come Magic, in grado di rivelare l'energia prodotta nell'interazione dei raggi gamma con l'atmosfera. Un raggio gamma proveniente dallo spazio interagisce con l'atmosfera e genera particelle cariche, formando una cascata. Tale cascata è detta sciame elettromagnetico. Alcune fra le particelle che si formano nello sciame generano un piccolo "bang" di luce visibile, analogo al "bang" di un aereo supersonico, che può essere visto da un telescopio sensibile come Magic, che con i suoi 17 metri di diametro è il più grande del mondo.