

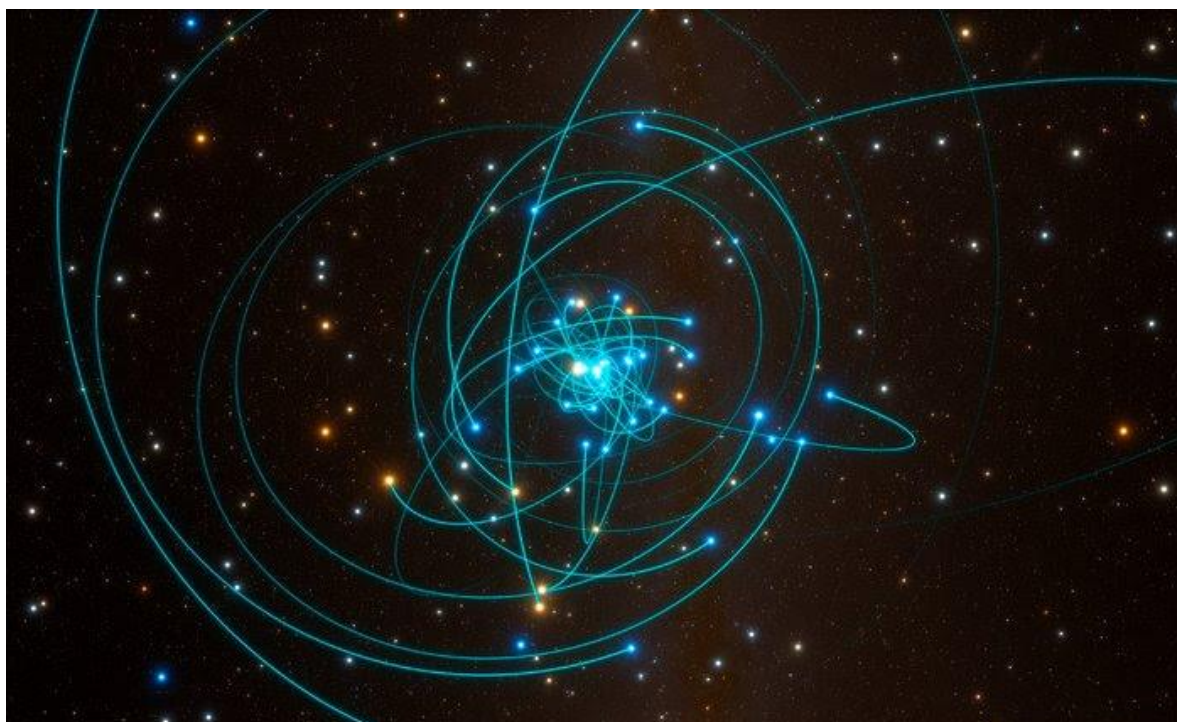
**\* NOVA \***

**N. 1736 - 1 MAGGIO 2020**

**ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI**

## **ORBITA DI UNA STELLA INTORNO A BUCO NERO**

*Riprendiamo dal sito dell'European Southern Observatory (ESO) il Comunicato stampa scientifico del 16 aprile 2020, intitolato "La danza delle stelle intorno al buco nero supermassiccio osservata da un telescopio dell'ESO dimostra che Einstein aveva ragione".*



Questa simulazione mostra le orbite delle stelle molto vicine al buco nero supermassiccio nel cuore della Via Lattea. Una di queste stelle, denominata S2, orbita ogni 16 anni ed è passata molto vicino al buco nero nel maggio 2018. Questo è un laboratorio perfetto per testare la fisica gravitazionale e in particolare la teoria della relatività generale di Einstein. Crediti: ESO/L. Calçada/[spaceengine.org](https://www.eso.org/observer/education/visualisation/visualisation.html)

Alcune osservazioni fatte con il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO hanno rivelato per la prima volta che una stella in orbita intorno al buco nero supermassiccio al centro della Via Lattea si muove proprio come previsto dalla teoria della relatività generale di Einstein. L'orbita ha la forma di una rosetta e non di un'ellisse come previsto dalla teoria della gravità di Newton. Questo risultato tanto atteso è stato reso possibile da misure sempre più precise durate quasi 30 anni, che hanno permesso agli scienziati di svelare i misteri del colosso in agguato nel cuore della nostra galassia.

*"La relatività generale di Einstein prevede che l'orbita di un oggetto legato gravitazionalmente a un altro non sia chiusa, come nella gravità newtoniana, ma preceda rispetto al piano del moto. Questo famoso effetto – osservato per la prima volta nell'orbita del pianeta Mercurio intorno al Sole – fu la prima prova a favore della Relatività Generale. Cento anni dopo abbiamo rilevato lo stesso effetto nel moto di una stella in orbita intorno alla sorgente radio compatta Sagittario A\* al centro della Via*

---

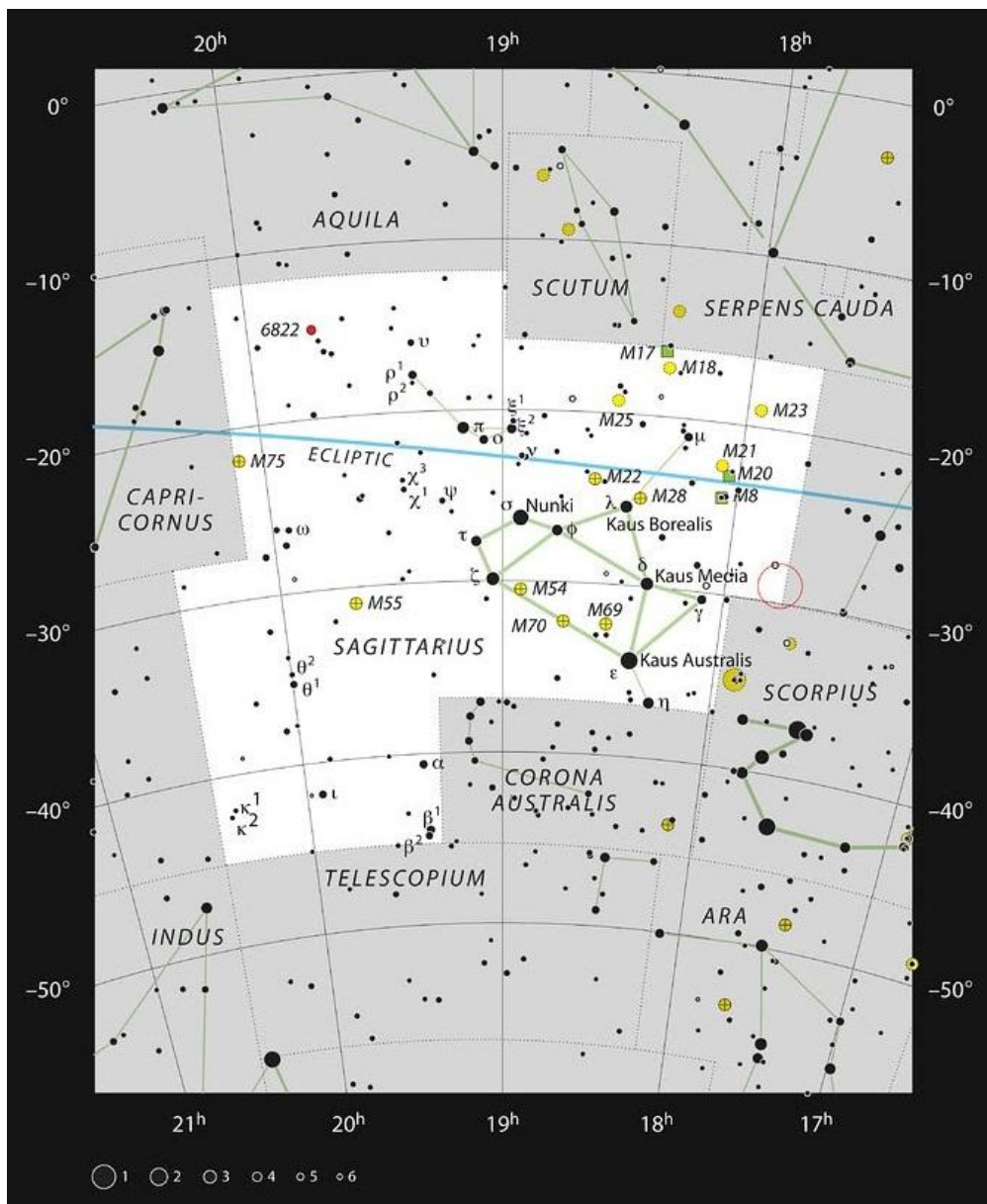
**NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. PER SOCI E SIMPATIZZANTI - ANNO XV**

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti dalla Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento generale sulla protezione dei dati* (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

[www.astrofilisusa.it](http://www.astrofilisusa.it)

*Lattea. Questa svolta osservativa corrobora l'evidenza che Sagittario A\* sia un buco nero supermassiccio di massa pari a 4 milioni di volte la massa del Sole", afferma Reinhard Genzel, direttore del Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE) di Garching, Germania e architetto del programma trentennale che ha portato a questo risultato.*



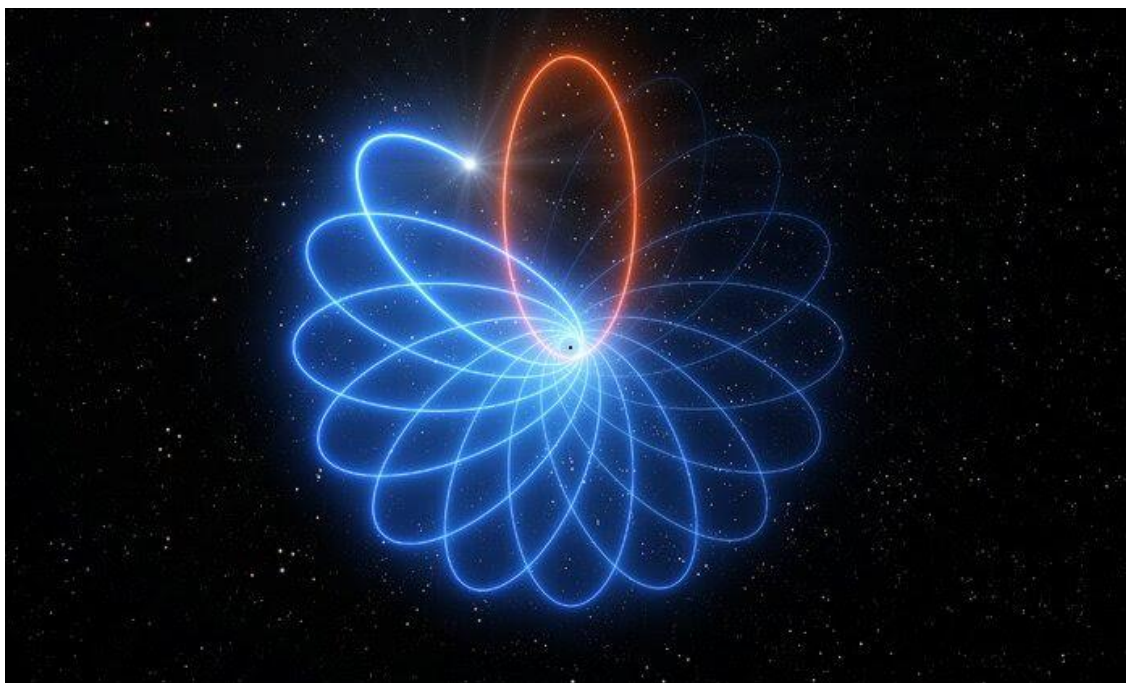
La cartina mostra, indicata da un cerchio rosso, la zona in cui si trova Sagittarius A\*, il buco nero al centro della nostra galassia, nella costellazione del Sagittario, e la maggior parte delle stelle visibili a occhio nudo in buone condizioni osservative. Crediti: ESO, IAU e Sky & Telescope

A 26 000 anni luce dal Sole, Sagittario A\* e il denso ammasso di stelle che lo circonda costituiscono un laboratorio unico per verificare la fisica in un regime di gravità estremo, altrimenti inesplorato. Una di queste stelle, S2, si avvicina al buco nero supermassiccio a una distanza minima di meno di 20 miliardi di chilometri (centoventi volte la distanza tra il Sole e la Terra), rendendola una delle stelle più vicine mai trovate in orbita intorno al massiccio gigante. Al suo approccio più vicino al buco nero, S2 sfreccia nello spazio a una velocità pari a quasi tre per cento della velocità della luce, completando un'orbita ogni 16 anni. *"Dopo aver seguito la stella nella sua orbita per quasi tre decenni, le nostre misure molto precise rilevano in modo efficace la precessione di Schwarzschild di S2 nel suo percorso intorno a Sagittario A\*",* afferma Stefan Gillessen dell'MPE, che ha guidato l'analisi delle misure pubblicate oggi dalla rivista *Astronomy & Astrophysics*.

La maggior parte delle stelle e dei pianeti hanno un'orbita non circolare e quindi si avvicinano e si allontanano dall'oggetto intorno al quale ruotano. L'orbita di S2 precede, nel senso che la posizione del punto più vicino al buco nero supermassiccio cambia a ogni giro, in modo tale che l'orbita successiva risulti ruotata rispetto a quella precedente, creando una forma a rosetta. La relatività generale prevede con esattezza di quanto cambi l'orbita e le ultime misure di questa ricerca corrispondono esattamente alla teoria. Questo effetto, noto come precessione di Schwarzschild, non era mai stato misurato prima per una stella intorno a un buco nero supermassiccio.

Lo studio effettuato con il VLT dell'ESO aiuta gli scienziati anche a comprendere meglio i dintorni del buco nero supermassiccio al centro della nostra galassia. *“Poiché le misure di S2 seguono così bene la relatività generale, possiamo fissare limiti rigorosi su quanto materiale non visibile, come della materia oscura diffusa oppure buchi neri più piccoli, sia presente intorno a Sagittario A\*.* Tutto ciò è di grande interesse per capire la formazione e l'evoluzione dei buchi neri supermassicci”, affermano Guy Perrin e Karine Perraut, i principali scienziati francesi nel progetto.

Questo risultato è il culmine di 27 anni di osservazioni della stella S2 utilizzando, per la maggior parte di questo tempo, una compagine di strumenti installati sul VLT dell'ESO, situato nel deserto di Atacama in Cile. Il numero di dati che individuano la posizione e la velocità della stella attesta la completezza e l'accuratezza della nuova ricerca: l'equipe ha effettuato oltre 330 misure in totale, utilizzando gli strumenti GRAVITY, SINFONI e NACO. Poiché S2 impiega alcuni anni per compiere la propria orbita intorno al buco nero supermassiccio, è stato fondamentale seguire la stella per quasi tre decenni, al fine di svelare le complessità del moto orbitale.



Alcune osservazioni eseguite con il VLT (Very Large Telescope) dell'ESO hanno rivelato per la prima volta che una stella in orbita intorno al buco nero supermassiccio al centro della Via Lattea si muove proprio come previsto dalla teoria della relatività generale di Einstein. L'orbita ha la forma di una rosetta e non di un'ellisse come previsto dalla teoria della gravità di Newton. Questo effetto, noto come precessione di Schwarzschild, non era mai stato misurato prima per una stella attorno a un buco nero supermassiccio. La rappresentazione artistica illustra la precessione dell'orbita. L'effetto è esagerato per rendere più comprensibile la visualizzazione. Crediti: ESO/L. Calçada

La ricerca è stata condotta da un'equipe internazionale guidata da Frank Eisenhauer dell'MPE con collaboratori provenienti da Francia, Portogallo, Germania ed ESO. L'equipe forma la collaborazione GRAVITY, che prende il nome dallo strumento sviluppato per l'interferometro del VLT, che combina la luce di tutti e quattro i telescopi da 8 metri del VLT in un super-telescopio (con una risoluzione equivalente a quella di un telescopio di 130 metri di diametro). La stessa squadra ha pubblicato nel



2018 un altro effetto previsto dalla relatività generale: hanno osservato che la lunghezza d'onda della luce di S2 veniva allungata a lunghezze d'onda più lunghe quando la stella passava vicino a Sagittario A\*. *"Il nostro risultato precedente ha dimostrato che la luce emessa dalla stella obbedisce alla relatività generale. Ora abbiamo dimostrato che la stella stessa è soggetta agli effetti della relatività generale"*, afferma Paulo Garcia, ricercatore presso il Centro portoghese di astrofisica e gravitazione e uno dei principali scienziati del progetto GRAVITY.

Con il futuro ELT (Extremely Large Telescope) dell'ESO, l'equipe ritiene di essere in grado di vedere stelle molto più deboli in orbite ancora più vicine al buco nero supermassiccio. *"Se siamo fortunati, potremmo catturare stelle abbastanza vicine da risentire addirittura della rotazione, lo spin, del buco nero"*, commenta Andreas Eckart dell'Università di Colonia, un altro dei principali scienziati del progetto. Ciò significherebbe che gli astronomi sarebbero in grado di misurare le due quantità, spin e massa, che caratterizzano il buco nero di Sagittario A\* e definire lo spazio e il tempo intorno a esso. *"Sarebbe nuovamente una verifica della relatività a un livello completamente diverso"*, conclude.

### Ulteriori Informazioni

Questo risultato è stato presentato nell'articolo ["Detection of the Schwarzschild precession in the orbit of the star S2 near the Galactic centre massive black hole"](#) pubblicato dalla rivista *Astronomy & Astrophysics* (DOI: 10.1051/0004-6361/202037813).

L'equipe della collaborazione GRAVITY è composta da R. Abuter (European Southern Observatory, Garching, Germania [ESO]), A. Amorim (Universidade de Lisboa - Faculdade de Ciências, Portogallo e Centro de Astrofísica e Gravitação, IST, Universidade de Lisboa, Portogallo [CENTRA]), M. Bauböck (Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics, Garching, Germania [MPE]), J.P. Berger (Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble, Francia [IPAG] e ESO), H. Bonnet (ESO), W. Brandner (Max Planck Institute for Astronomy, Heidelberg, Germania [MPIA]), V. Cardoso (CENTRA e CERN, Genève, Svizzera), Y. Clénet (Observatoire de Paris, Université PSL, CNRS, Sorbonne Université, Université de Paris, Meudon, Francia [LESIA]), P.T. de Zeeuw (Sterrewacht Leiden, Leiden University, Paesi Bassi e MPE), J. Dexter (Department of Astrophysical & Planetary Sciences, JILA, Duane Physics Bldg., University of Colorado, Boulder, USA e MPE), A. Eckart (1st Institute of Physics, University of Cologne, Germania [Cologne] e Max Planck Institute for Radio Astronomy, Bonn, Germania), F. Eisenhauer (MPE), N.M. Förster Schreiber (MPE), P. Garcia (Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portogallo e CENTRA), F. Gao (MPE), E. Gendron (LESIA), R. Genzel (MPE, Departments of Physics and Astronomy, Le Conte Hall, University of California, Berkeley, USA), S. Gillessen (MPE), M. Habibi (MPE), X. Haubois (European Southern Observatory, Santiago, Cile [ESO Cile]), T. Henning (MPIA), S. Hippler (MPIA), M. Horrobin (Cologne), A. Jiménez-Rosales (MPE), L. Jochum (ESO Cile), L. Jocou (IPAG), A. Kaufer (ESO Chile), P. Kervella (LESIA), S. Lacour (LESIA), V. Lapeyrère (LESIA), J.-B. Le Bouquin (IPAG), P. Léna (LESIA), M. Nowak (Institute of Astronomy, Cambridge, Regno Unito e LESIA), T. Ott (MPE), T. Paumard (LESIA), K. Perraut (IPAG), G. Perrin (LESIA), O. Pfuhl (ESO, MPE), G. Rodríguez-Coira (LESIA), J. Shanguan (MPE), S. Scheithauer (MPIA), J. Stadler (MPE), O. Straub (MPE), C. Straubmeier (Cologne), E. Sturm (MPE), L.J. Tacconi (MPE), F. Vincent (LESIA), S. von Fellenberg (MPE), I. Waisberg (Department of Particle Physics & Astrophysics, Weizmann Institute of Science, Israele e MPE), F. Widmann (MPE), E. Wiegand (MPE), E. Wiezorrek (MPE), J. Woillez (ESO), and S. Yazici (MPE, Cologne).

### Links

<https://www.eso.org/public/archives/releases/sciencepapers/eso2006/eso2006a.pdf>

<https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2020/04/aa37813-20/aa37813-20.html>

<http://www.mpe.mpg.de/ir/gravity>

<https://www.eso.org/public/italy/news/eso2006/>

**<https://www.eso.org/public/italy/news/eso2006/>**

V. anche:

<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2017/06/aa30838-17.pdf>

[https://www.youtube.com/watch?v=5ieJ09sXeBo&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=5ieJ09sXeBo&feature=emb_logo)