

* NOVA *

N. 168 - 13 GENNAIO 2011

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

L'ANTIMATERIA SOPRA LA TEMPESTA

Da "MEDIA INAF", Notiziario on-line dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (<http://www.media.inaf.it/>) dell'11 gennaio scorso riprendiamo – con autorizzazione – un articolo di **Daniela Cipolloni** sull'antimateria che si sprigiona durante i temporali, fenomeno scoperto dal satellite FERMI della NASA.

Le immagini sono tratte dal sito NASA http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2010/11jan_antimatter/.

Altre immagini, in vari formati, sono sul sito del Goddard Space Flight Center della NASA:

<http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a010700/a010706/index.html>.

Rimandiamo anche al sito della missione FERMI, dove sono visibili alcune animazioni del fenomeno osservato:

http://www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/news/fermi-thunderstorms.html.



Immagine pittorica dei flussi di antimateria che si sprigionano durante i temporali terrestri. (NASA)

Sotto i nuvoloni, neri e gonfi di pioggia, s'abbattono fulmini e saette. Sopra il temporale, come in un mondo all'incontrario che inizia dove le nubi tracciano una linea di separazione nel cielo, s'innalzano lampi di antimateria e si anima uno dei fenomeni più elusivi e misteriosi della natura.

L'antimateria, che potremmo definire l'*alter ego* della materia, composta da particelle identiche ma di segno opposto, non si sprigiona solo nei grandi acceleratori di particelle sulla Terra. Anche le tempeste, in particolare nelle zone equatoriali, creano "angeli e demoni". Collisioni di materia e antimateria. A scoprire il fenomeno, mai visto prima d'ora, è stato il satellite FERMI della NASA. Mentre era intento a scrutare gli orizzonti lontani dell'Universo nelle alte energie, i rilevatori del telescopio si sono letteralmente imbattuti in qualcosa d'inatteso. Molto, molto più vicino a noi.

Secondo la ricostruzione fatta dagli esperti della NASA, che hanno presentato la novità nel corso del convegno a Seattle dell'*American Astronomical Society*, il processo che genera antimateria ha inizio a partire dai "superlampi gamma terrestri" (in inglese, *Terrestrial Gamma-Ray Flashes*, o TGF) [v. <http://www.media.inaf.it/2010/09/17/agile-localizza-tgf/>], già rilevati dal satellite italiano AGILE. Si tratta d'intensi getti di raggi gamma, simili a quelli cosmici, che si sprigionano durante le tempeste tropicali. Un'emissione molto energetica, fino a decine di milioni di elettronvolt, centinaia di volte più energetica dei fulmini. Tanto che si teme che potrebbero persino costituire un pericolo per la navigazione aerea [v. <http://www.media.inaf.it/2010/02/12/lampi-super-energetici/>]. Si stima che ogni giorno "esplodano" circa 500 Tgf sopra le nostre teste nel corso dei vari temporali che s'abbattono su tutto il globo.

L'intenso campo magnetico sopra il temporale genera un'"eruzione" di elettroni, accelerati verso l'alto, al di sopra delle nuvole, a velocità prossime alla luce. Quando questi elettroni ultraveloci vengono deflessi nella loro traiettoria dalle molecole d'aria emettono raggi gamma terrestri, o TGF. A volte, capita che un fotone di questi lampi super-energetici passi vicino al nucleo di un atomo, lo colpisca, e lo spacchi in due, generando una coppia di particelle opposte: un elettrone e il suo contrario, un positrone. Ovvero, antimateria.

Se poi questo positrone, spiraleggiando nello spazio secondo le linee del campo magnetico terrestre, s'imbatte, per caso, nel rilevatore di Fermi, ecco che sono scintille. La materia con l'antimateria, si annichilisce e si trasforma in un raggio gamma, proprio nel cuore del satellite che è in grado di farne l'identikit preciso. L'energia registrata da FERMI, pari a 511.000 elettronvolt, indica con precisione che un elettrone s'è scontrato con la sua controparte, un positrone.

How thunderstorms launch particle beams into space



- 1.** Electric fields near the top of the storm create an upward-moving avalanche of **electrons**. When their paths are deflected by molecules in the air, these electrons emit **gamma rays**, the highest-energy form of light.

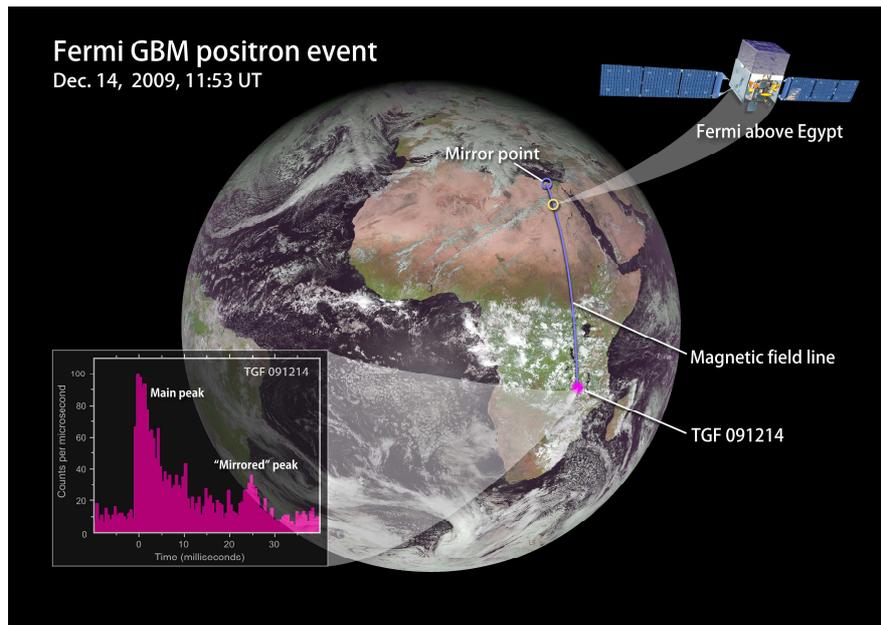
These images are based on a TGF simulation by Joseph Dwyer at the Florida Institute of Technology. This frame tracks the gamma rays and particles from a 0.2-millisecond-old TGF that began at an altitude of 9.3 miles (15 km).
- 2.** When gamma-ray energy collides with electrons, they accelerate to near the speed of light. Some gamma rays pass near the nuclei of atoms. When this happens, the gamma ray transforms into an electron and its antiparticle, a **positron**.

These high-energy electrons and positrons escape into space by spiraling along Earth's magnetic field. In this frame, the TGF is 1.4 milliseconds old.
- 3.** Here the TGF is 1.98 milliseconds old, and its electron/positron beam is reaching altitudes where it may intercept spacecraft, such as NASA's Fermi Gamma-ray Space Telescope.

Fermi's Gamma-ray Burst Monitor detected a signal characteristic of positron annihilation. When a positron collided with an electron on the spacecraft, the two particles transformed into gamma rays.

Credit: NASA/Goddard Space Flight Center/J. Dwyer, Florida Inst. of Technology

Sequenza di formazione dei positroni, immagine pittorica: i flussi di positroni in seguito spiraleggiano attorno alle linee di forza del campo magnetico terrestre e raggiungono un'altezza orbitale.
(NASA/Goddard Space Flight Center/J. Dwyer, Florida Inst. of Technology)



Nell'immagine, la posizione del satellite durante l'evento nel 2009; nel riquadro, ciò che aveva registrato FERMI mentre inquadrava una sorgente nel profondo cielo: il picco rilevato era dovuto ai positroni che annichilano gli elettroni della struttura del satellite. (NASA)

Come racconta la NASA, il 14 dicembre 2009 Fermi per la prima volta ha rilevato un segnale di questo tipo, mentre sorvolava l'Egitto. Il segnale proveniva da un TGF prodotto da un temporale in Zambia, migliaia di chilometri più a sud e sotto la linea d'orizzonte di Fermi. Come ha potuto vederlo? Perché il percorso degli elettroni sopra le nuvole è deflesso, appunto, dal campo magnetico.

D'ora in poi, quando il cielo tuona e ci danniamo perché non abbiamo con noi l'ombrello, consoliamoci pensando che siamo in realtà testimoni di un evento eccezionale: la creazione di antimateria, poco più alto di noi.

DANIELA CIPOLLONI



Altra immagine pittorica dei rilevamenti: i temporali sulla Terra sono piuttosto comuni, ma l'incontro di FERMI con i positroni statisticamente è piuttosto raro, ed è l'unica opportunità del satellite per studiare il fenomeno dei TGF in dettaglio. (NASA)