

Destellos de rayos gamma

# Colosos del Universo

Por Guillermo Mattei | [gmattei@df.uba.ar](mailto:gmattei@df.uba.ar)

***Son los objetos más energéticos del Universo. Suelen aparecer después de que un agujero negro se ha tragado en diez segundos todo el material equivalente a nuestro Sol. Serían capaces de extinguir la vida en la Tierra en pocos días.***

A fines de abril de 2009, la Organización Europea para la Investigación Astronómica en el Hemisferio Sur comunicó un resultado digno de pasar a formar parte del patrimonio cultural de la humanidad: el descubrimiento del objeto más lejano en el Universo jamás observado por nadie. Así lo indicaban los datos experimentales recogidos por una combinación de telescopios orbitales y terrestres. ¿De

qué se trataba? Un débil destello de luz, recogido por el instrumental en las longitudes de onda de los rayos gamma, era el fósil correspondiente a la explosión del objeto observado más distante del universo, ocurrida seiscientos millones de años después del Big Bang. Pero no por viejo y alejado debía menospreciarse, ya que su linaje era el de los *Destellos de Rayos Gamma* (DRG).

Los DRG son pulsos luminosos de entre un segundo o menos y no más de algunos minutos de duración, de una energía monstruosa, sin duda alguna, la más grande en el Universo. Generalmente están ligados a las explosiones de algunas estrellas o a su colapso en agujeros negros. Los fotones, muy energéticos en este caso, nos llegan a un ritmo de trescientas veces al año y desde posiciones equidistribuidas por toda la bóveda celeste.

Observatorio La Silla (Chile).



*Instrumento del telescopio de La Silla que toma imágenes de la misma región del cielo en la banda del espectro electromagnético visible e infrarrojo. Su misión principal es la de determinar la distancia de los DRG*



ESO

### En el interior de la bestia

Leonardo Pellizza es investigador del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (FCEyN-CONICET) y fue docente del Departamento de Física de la FCEyN. Elisa Chisari, actualmente cursando su doctorado en la Universidad de Princeton (Estados Unidos), es graduada y ex estudiante divulgadora científica del Departamento de Física de la FCEyN. Sylvain Chaty es un investigador colega de Pellizza, de la Universidad Paris VII (Francia). El satélite INTEGRAL es el primer observatorio espacial que puede observar simultáneamente fuentes astrofísicas de rayos gamma, rayos X y luz visible tales como los colapsos estelares, las explosiones de supernovas y las regiones del Universo que se supone contienen agujeros negros. El Observatorio de La Silla es un conjunto de dieciocho telescopios ubicado en el cerro Chinchado Norte, también conocido como La Silla (Chile). *Astronomy and Astrophysics (A&A)* es una prestigiosa publicación científica de la especialidad. ¿Qué los liga a todos? La portada de la versión web de A&A de febrero de 2011 resalta un estudio reciente de los tres científicos (usando el satélite y los telescopios), acerca de poblaciones de estrellas binarias (Ver recuadro “Peligrosas...”), ubicadas en los brazos interiores de nuestra galaxia, cuya emisión está gobernada por procesos similares a los que ocurren en los DRG.

Pellizza explica: “Los DRG más comunes ocurren en el colapso de estrellas cuya

masa, como mínimo, es entre ocho y diez veces mayor a la de nuestro Sol. En cierto momento de la vida de estas estrellas, el desbalance a favor de la acción de la fuerza gravitatoria, que tiende a concentrar el material estelar en el centro, frente a las reacciones termonucleares que lo empujan hacia fuera, preanuncia sus finales. Dado que el núcleo es muy masivo, el colapso conduce a un agujero negro; sin embargo, no todo el material se compacta: una parte permanece unos pocos segundos aglutinado en la forma de una suerte de nube, denominada ‘disco de acreción’, rotando a altísimas velocidades para luego caer violentamente al centro. ¡En diez segundos se puede tragar todo el equivalente a nuestro Sol!” Para comprender mejor esta voracidad, hay que tener en cuenta un dato: en las estrellas binarias emisoras de rayos X más usuales, la dieta es de sólo un cienmilésimo de Sol por año. Cuando el disco cae al centro se producen chorros de materia y energía a velocidades

cercanas a la de la luz, que perforan la envoltura de la estrella. Técnicamente, el escenario es el de un fluido turbulento e inestable generador de inhomogeneidades que dan lugar a abruptas disrupciones, denominadas ondas de choque, capaces de acelerar partículas tales como electrones y positrones. “Estas partículas en movimiento son las responsables de la emisión, por diferentes mecanismos físicos, de rayos gamma durante un breve intervalo temporal inicial y, luego, de gran parte del resto del espectro electromagnético, fenómeno que los astrofísicos denominamos postluminiscencia, que puede durar hasta algunos meses”, completa Pellizza.

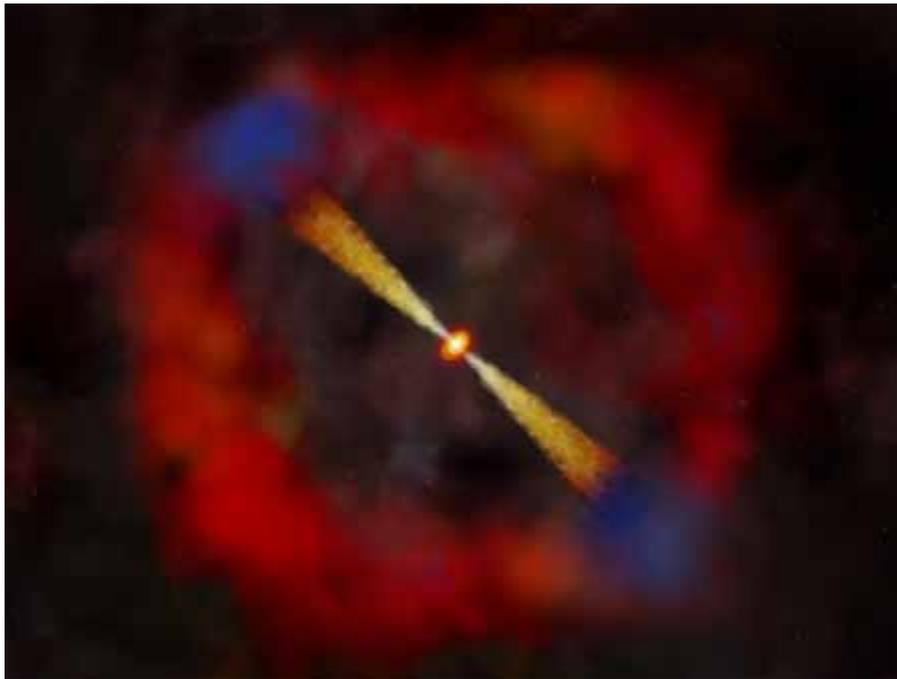
“Los DRG pueden ser indicadores del nacimiento de un agujero negro”, concluye Pellizza, y agrega: “son tan potentes como la explosión de una supernova, pero duran mucho menos y se los puede ver muy alejados de nosotros o, equivalentemente, muy cercanos al origen del Universo”.

### PELIGROSAS COMPAÑÍAS

Una estrella binaria es un sistema compuesto por dos estrellas que orbitan mutuamente alrededor de un centro común.

Si bien existen pares de estrellas orbitando tan lejos una de otra como para evolucionar de forma independiente, en muchas ocasiones las dos estrellas de la binaria se encuentran a distancias tan cortas que la evolución individual de cada una se ve alterada por los cambios que sufre su compañera. Esos sistemas evolucionan entonces como un todo, constituyéndose en objetos únicos que, de otra forma, serían imposibles de hallar.

En algunos casos, al aumentar el tamaño de una de las estrellas durante su ciclo vital, en algún momento, algo de su materia abarca la región donde la gravedad de la otra estrella es mayor que la propia. El resultado es que la materia comienza a transferirse de la primera a la segunda por medio de un impacto directo o de un disco de acreción.



*Destellos de Rayos Gamma  
(Ilustración: NASA/CXC/M.Weiss)*

### UN PRESUNTO APOCALIPSIS

“La luz de un estallido de rayos gamma cósmicos equivale a un trillón de Soles pero con la particularidad de que toda esa energía está focalizada a una dirección del espacio muy bien definida y uno de cada 300 de esos estallidos está dirigido en la dirección de nuestro hábitat terrestre”, explica el doctor René Ong de la Universidad de California en Los Ángeles (Estados Unidos).

Aunque un estallido de rayos gamma dirigido azarosamente hacia la Tierra sucediese a 1000 años luz de distancia de ella, nuestro planeta podría sufrir una destrucción apocalípticamente dantesca. La intensidad luminosa recibida sería 500 veces la del Sol y la energía liberada contra la capa superior de la atmósfera sería como la de una bomba nuclear de 100 mil megatones. El haz de rayos gamma, de sección parecida a la de un círculo meridiano, agujerearía la capa de ozono al instante y provocaría lluvia ácida e incendios, toda la vegetación alcanzada simplemente desaparecería. Un verdadero invierno nuclear. De modo que se extinguirían gran cantidad de especies. El extremo opuesto del planeta, respecto del impacto, sería el lugar temporariamente más seguro porque los rayos gamma no perforan la Tierra y sus habitantes no morirían incinerados pero los efectos de la destrucción de la capa de ozono se propagarían y, junto al cambio de la composición de la atmósfera, las consecuencias serían impredecibles, pero indudablemente funestas. Nada puede defender la Tierra de un estallido de rayos gamma que la alcance, si ocurriera suficientemente cerca, dado que los rayos viajan a la velocidad de la luz (300 000 km/seg) por lo que, para cuando fuesen detectados, el planeta ya sería un blanco alcanzado.

“¿Los DRG pueden realmente afectar la vida terrestre?”, se repregunta Pellizza, y continúa: “A fines de 2005 varios laboratorios terrestres detectaron la presencia de una súbita fuente galáctica de rayos gamma, cercana al centro de la Vía Láctea, y, a la vez, un notorio descenso en la altura de la ionosfera terrestre. Es un dato significativo acerca de la interacción de la radiación gamma y nuestra atmósfera, pero yo duermo tranquilo: los DRG necesariamente tienen que ser extragalácticos porque la Vía Láctea es rica en elementos químicos pesados y eso desfavorece su producción. La galaxia más cercana candidata a albergar DRG es la Nube Menor de Magallanes, de la cual distamos a cincuenta kiloparsecs, con lo cual llegarían muy atenuados.”

Algunas fuentes científicas aseguran que, estadísticamente, la probabilidad de que uno de estos estallidos impacte contra la Tierra es del 1%, dentro del intervalo temporal completo de su duración como planeta, pero ningún *Homo sapiens* actual o futuro seguramente querrá barajar la posibilidad de que el bingó cósmico lo condene a pasar por esta experiencia terminal.

En un sentido metodológico, Pellizza opina que los DRG son verdaderos laboratorios cosmológicos de altas energías imposibles de replicar en la Tierra y sirven tanto para estudios sobre el universo temprano y la formación de estrellas como para la física de los fluidos magnetohidrodinámicos turbulentos y el estudio de la materia en condiciones extremas. En particular, a fines de 2010, científicos de la Universidad de California en Los Ángeles (Estados Unidos) han sugerido que la subclase DRG extremadamente cortos, menores a cien milisegundos, son consistentes con el llamado modelo de evaporación de agujeros negros primordiales postulado por Stephen Hawking en 1974. Estos DRG ultracortos no están uniformemente distribuidos en el cielo como ocurre con los más largos, y tampoco exhiben postluminiscencia, por lo que abren nuevos interrogantes y desafíos conceptuales.

### Cazando círculos

El jueves 23 de abril de 2009 un satélite de la NASA detectó un destello de diez segundos de duración en la Constelación de Leo, lo cual produjo una catarata de observaciones posteriores por parte de numerosos telescopios terrestres. El telescopio VLT en Cerro Paranal (Chile), midiendo radiación infrarroja a diecisiete horas de la explosión, pudo establecer la distancia del evento o, teniendo en cuenta que la señal se propaga a la velocidad constante de la luz, determi-

## ¿GENOCIDAS GALÁCTICOS?

El astrofísico experimental James Annis, del laboratorio de física de altas energías Fermilab (Batavia, Estados Unidos), investigó la naturaleza de los DGR y, en su modelo, éstos serían la causa de un ciclo de nacimiento, florecimiento y muerte colectiva de las formas más avanzadas de la vida en las galaxias.

En el modelo de Annis, cada estallido gamma equivale a una extinción masiva a escala galáctica y, así, estas fuentes de energía se convierten en los reguladores de la vida y de la comunicación inteligente.

Mediciones y cálculos indican que, actualmente —a trece mil quinientos millones de años del Big Bang—, los estallidos se producen en el orden de magnitud de los cientos de millones de años, que es el mismo orden que lo que le demanda a la vida afirmada sobre tierra firme evolucionar a vida inteligente. En los cientos de millones de años rondaría, también, la escala temporal de colonización de la galaxia por parte de una civilización inteligente. ¿Estaremos transitando épocas galácticas en las cuales la mayoría de las civilizaciones estén tratando esforzadamente de superar situaciones bélicas autodestructivas, degradación de sus ecosistemas, superpoblación planetaria, agotamiento de sus recursos naturales y desigualdades sociales suicidas al mismo tiempo que intentan comunicarse entre sí? Probablemente sí y no quede otra que esperar la parte del ciclo en la cual el florecimiento de las civilizaciones alcance el nivel mínimo necesario para que la comunicación sea posible antes de la siguiente extinción.

nó cuándo ocurrió: ¡a solo un cinco por ciento de la edad actual del Universo! O sea, entre doscientos y cuatrocientos millones de años posteriores a la formación de las estrellas. Sin embargo, los científicos son optimistas en batir este record y encontrar DRG aún más viejos y más próximos a los orígenes estelares.

Los telescopios espaciales en órbita son los primeros en detectar DRG. Luego de decaer la intensidad de esta terrible radiación de alta energía, la señal es detectable en un intervalo temporal muy breve por su huella en el rango luminoso visible y en el infrarrojo cercano del espectro electromagnético. En solo unas pocas horas, toda la información que brindan estos fenómenos debe estar recogida para el análisis posterior que permite determinar distancias y brillos intrínsecos.

Los telescopios cazadores de DRG no pueden determinar exactamente en qué lugar de la galaxia se produjeron. Sin embargo, mediante la combinación de telescopios de rayos gamma y radiotelescopios, los astrónomos pudieron inferir que provienen de estrellas masivas en las galaxias o de sistemas binarios de objetos compactos que se fusionan.

Al entrar a la atmósfera terrestre, los rayos gamma de los DGR son débiles señales que les permiten a los telescopios aproximar su zona de procedencia con un cierto margen de incerteza. Si bien la radiación gamma es la más energética del espectro

de las ondas electromagnéticas, también llegan, procedentes de la misma región, ondas de radio que, contrariamente, son las menos energéticas. Esta es la pauta que les indica a los científicos que hubo material muy energético saliendo de las inmediaciones del agujero negro, responsable por la emisión de rayos gamma y el inicio de la lengua de radioondas. A medida que el material transita el chorro, expandiendo y perdiendo energía, la emisión gamma cesa, pero las radioondas no.

Algunos de los sistemas telescópicos terrestres que detectan estas bocanadas de rayos gamma son el tándem VERITAS, en Arizona (Estados Unidos); el HESS, en Namibia (África) y el MAGIC, en La Palma (Islas Canarias, España). Por su parte, el VLBA es un sistema de diez antenas radiotelescópicas ubicadas entre Hawaii y el Caribe que son operadas desde Nuevo México (Estados Unidos). Valga como dato que el poder de discriminación de imágenes que ostenta el VLBA es equivalente a leer un diario en Córdoba desde Ushuaia.

### Emborrachando a Polifemo

Como ingeniosos Odiseos, cientos de astrofísicos en el mundo persisten en sofisticar las técnicas de observación, los análisis de datos y las modelizaciones teóricas que, en un múltiple juego horizontal, aportan al dominio de los colosales DGR por medio de su entendimiento. Pero, a diferencia de la narración de *La Odisea*, ni más ni menos que Ciencia explicando la realidad. |  $\square$



NASA/AURA/STScI/Hubble Heritage Team