

CRISTIANO GALBIATI

Las entidades oscuras

Viaje a los límites del universo



The background of the entire cover is a vibrant, multi-colored cosmic field of stars and galaxies in shades of red, orange, blue, and green. In the lower-left quadrant, there is a large, swirling black hole or gravitational well, depicted with concentric rings of light and dark matter, creating a tunnel-like effect that draws the eye towards a central black void.

CRISTIANO GALBIATI

Las entidades oscuras

Viaje a los límites del universo



akai

Akal / Astronomía

Cristiano Galbiati

Las entidades oscuras

Viaje a los límites del universo

Traducción de: Juan González-Castelao Martínez-Peñuela



akal

ARGENTINA

ESPAÑA

MÉXICO

La materia oscura y la energía son el gran enigma de la física del siglo XXI, y mientras sigan siéndolo, del universo conoceremos solo una porción muy pequeña y nada se sabrá de su origen y su destino inevitable. Por este motivo, en este campo de la investigación, los grupos de físicos, astrofísicos y cosmólogos, profesionales y aficionados, experimentadores y teóricos, científicos y filósofos se miden en una competencia apretada, todo ello impulsado por la ambición imparable de contribuir a dar un paso decisivo en el desarrollo del conocimiento. Eso sacudiría desde sus cimientos no solo la ciencia, sino la idea que tenemos del ser humano y su lugar en el cosmos. Cristiano Galbiati, profesor de física de Princeton que coordina el experimento DarkSide en los laboratorios italianos de Gran Sasso, es uno de los protagonistas de esta investigación y sabe que la materia y la energía oscuras son los secretos más misteriosos y fascinantes de la naturaleza, celosamente custodiados y aún por descifrar, pero que envían señales inequívocas, dejando siempre nuevos rastros de su existencia. Según sus palabras: «Una serie de observaciones del universo ha rasgado el fino velo que cubría el infinito. A partir de estos desgarrones discontinuos e irregulares, hace su aparición – rápida, fugaz, momentánea e inmediatamente arrependida –, un mundo inesperado: tan inesperado que despierta tanta confusión como

asombro». En este mundo misterioso se encuentra el secreto que recorre estas páginas en un viaje sin retorno que pretende descubrir la realidad del universo.

Colección: Akal Astronomía

Director de colección: David Galadí-Enríquez

Diseño de portada

RAG

Reservados todos los derechos. De acuerdo a lo dispuesto en el art. 270 del Código Penal, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes sin la preceptiva autorización reproduzcan, plagien, distribuyan o comuniquen públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, fijada en cualquier tipo de soporte.

Nota editorial:

Para la correcta visualización de este ebook se recomienda no cambiar la tipografía original.

Nota a la edición digital:

Es posible que, por la propia naturaleza de la red, algunos de los vínculos a páginas web contenidos en el libro ya no sean accesibles en el momento de su consulta. No obstante, se mantienen las referencias por fidelidad a la edición original.

Imagen de cubierta: Simulación por ordenador de un agujero negro supermasivo en el núcleo de una galaxia.

Crédito: NASA, ESA y D. Coe; J. Anderson y R. van der Marel (STCcl).

Revisión científica: David Galadí-Enríquez

Título original: *Le entità oscure. Viaggio ai limiti dell'Universo*

© Giangiacomo Feltrinelli Editore Milano

Primera edición en la serie «Varia»: agosto 2018

© Ediciones Akal, S. A., 2020

para lengua española

Sector Foresta, 1
28760 Tres Cantos
Madrid - España

Tel.: 918 061 996

Fax: 918 044 028

www.akal.com

ISBN: 978-84-460-4980-7

A Anto, Asca y Ade

Vi las costas del mar hasta la España,
en Marruecos, y en la isla de los sardos,
y las comarcas que en contorno baña.

Mis compañeros, viejos y ya tardos,
cual yo también, llegamos al Estrecho
donde Hércules plantó firmes resguardos,

para marcar al hombre fatal trecho;
Ceuta dejé de un lado a la partida,
y Sevilla quedó por el derecho^[1].

Dante, *El infierno*, canto XXVI, 103-111

^[1] Traducción tomada de *La Divina Comedia de Dante Alighieri en verso castellano de Bartolomé Mitre*, Buenos Aires, Centro Cultural Latinum, 1922, p. 153. [N. del T.]

Advertencia

Los protagonistas de este libro son las entidades oscuras que dominan el universo. Las fuerzas y las sustancias que liberan han dado forma a su evolución desde su nacimiento. El efecto de su presencia puede medirse y verificarse en todos los rincones del universo. Es francamente impensable que, hoy en día, su esencia no sea conocida ya completamente por civilizaciones avanzadas desarrolladas en otras galaxias. En la Tierra apenas acaba de dar comienzo nuestra exploración de estas entidades oscuras. Cualquier referencia directa a nombres, personas y asociaciones, o a hechos que realmente sucedieron en el planeta en el curso de esta exploración, en tanto que puramente accidentales, si no muchas veces casuales, ha sido eliminada de la narración.

BAJO EL VELO

Llámanos como te apetezca. Hasta ahora hemos estado ocultas. Nuestro nombre no se conoce. Ni siquiera se habla de él. Escojas el que escojas, no lo va a ser.

La sorpresa viene de lejos. De muy, muy lejos. Más allá de los confines del Sistema Solar. Superado el límite de la Galaxia. Pasada la galaxia de Andrómeda, más allá del anillo del Unicornio, después de los límites del Grupo Local, cruzando luego los primeros cúmulos de galaxias para aventurarse y adentrarse cada vez más en el espacio profundo. Primero, distancias infinitas cubiertas de gases rarificados. Luego, mundos nuevos y muy lejanos. Los manantiales de galaxias, las fraguas de estrellas, las fuentes de una energía inagotable: allí donde empezamos un día a mirar y ahora ya no podemos parar.

Una serie de observaciones del universo a escala cosmológica, realizadas con herramientas viejas y nuevas, ha rasgado el fino velo que cubría el infinito. A partir de estos desgarrones discontinuos e irregulares hace su aparición -rápida, fugaz, momentánea e inmediatamente arrepentida- un mundo inesperado: tan inesperado que despierta tanta confusión como asombro.

Todo comienza en los años treinta del siglo pasado. Un astrónomo suizo apunta sus telescopios a los cúmulos, grandes cuerpos celestes compuestos de miles de galaxias; cada galaxia contiene a su vez miles de millones de estrellas. Mide por primera vez la velocidad de rotación con respecto al centro de gravedad. Espera encontrar la correspondencia exacta entre la velocidad y la luminosidad del cúmulo, que debería corresponderse con su masa, es decir, con la fuente de la gravedad que mantiene en órbita las galaxias. Es lo que pasa con la Tierra y los otros planetas del Sistema Solar: la fuerza gravitatoria que curva su trayectoria en una órbita elíptica se debe a la masa del Sol, y la velocidad orbital de los planetas está dictada por la atracción que ejerce aquel. Para una galaxia de la

periferia del cúmulo se espera que la fuerza de la gravedad provenga de la masa de todas las galaxias que se encuentran dentro del radio de su órbita. Se puede estimar con facilidad esta masa midiendo la luz producida por las galaxias dentro de la órbita.

El astrónomo se da cuenta inmediatamente de que hay algo que no tiene sentido. Hay una gran discrepancia: la masa es completamente insuficiente para justificar la elevada velocidad del cúmulo. La fuerza de la gravedad que curva la órbita de las galaxias es mucho más fuerte de lo que pueda justificar razonablemente la masa.

Se da cuenta de que hay algo distinto, no reconocido u oculto en el centro del cúmulo. Algo no visto. Una fuente de fuerza de gravedad que escapa no solo al ojo del ser humano, sino también a sus instrumentos más precisos. Una materia pesada pero invisible que, a diferencia del material de la que estamos hechos, no contribuye a formar las estrellas, y que, por lo tanto, no es y nunca va a ser fuente de luz, sino única y exclusivamente de gravedad.

Es la materia oscura, que por primera vez, de manera indirecta, muestra a la humanidad los efectos de su poderosa presencia. Siguen años tormentosos para la física. Los trastornos comienzan por lo infinitamente pequeño y llegan a afectar de forma importante a los acontecimientos más dramáticos del siglo pasado, influyendo incluso en el equilibrio entre los Estados y enrigideciendo el nuevo orden internacional.

De hecho, lo que sucede es que el núcleo del átomo revela de repente, y en el momento más inoportuno, su poder infinito: la masa de las partículas se convierte en energía, y a la inversa, con efectos de una fuerza inimaginable hasta poco antes. El descubrimiento en Roma de la propagación y multiplicación en cadena de los *neutrones* lentos ofrece un medio extraordinario para modificar la materia: ¡en el laboratorio se consigue la transformación de los átomos de una especie química en

una especie distinta! Gracias a los neutrones lentos se cumple la profecía de los alquimistas.

Los mejores físicos intuyen de inmediato el enorme potencial de la multiplicación en cadena de los neutrones: contener o desencadenar la infinita energía del núcleo. Muy poco después la mayor parte de ellos huye en masa de la quema de Europa y se dirige a América. En poco tiempo, bajo las gradas del estadio de la Universidad de Chicago, nace la primera pila nuclear: un enjambre controlado de neutrones lentos desata la cadena de reacciones nucleares que transforma una fracción muy pequeña de materia en una abundante fuente de energía. Una vez más, es un navegante italiano que llega al Nuevo Mundo.

Mientras tanto, fuera de los laboratorios, una Segunda Guerra Mundial sacude el mundo entero. El potencial bélico de la nueva forma de energía puede ser la mejor baza para la resolución de conflictos. Se desencadena una carrera frenética por la producción de bombas que aprovechen la energía devastadora del núcleo. En las montañas de Nuevo México se levanta una ciudadela secreta: allí, en un par de años, se consigue llevar a término el proyecto de investigación militar más ambicioso jamás concebido. Las dos primeras bombas atómicas irrumpen en el escenario de la guerra. Rápidamente acaban poniendo a esta su límite último y definitivo.

Al terminar el conflicto, la física nuclear se convierte en un instrumento estratégico para el establecimiento del nuevo orden mundial. El control y la disponibilidad de la tecnología determinan el estatus de potencia internacional. Ya no es el número de divisiones de infantería, sino el de armas nucleares, el que define la potencia bélica de los bloques enfrentados. El potencial destructor de la nueva tecnología es tan devastador que los límites y las relaciones de fuerza entre los bloques, una vez conformados, van a permanecer fijos durante más de medio siglo.

Entretanto, por geminación, nace y florece de la física nuclear el estudio de las partículas subatómicas. Los físicos, no interesados ya en el desarrollo de tecnologías nucleares, se dedican entonces a construir aceleradores cada vez más potentes: enormes máquinas que, por medio de las colisiones entre partículas aceleradas hasta rayar la velocidad de la luz, prometen revelar la identidad de los elementos primigenios e infinitesimales del cosmos. Las energías en juego se vuelven cada vez más grandes y, con su aumento, repentino y sin descanso, se revelan mundos desconocidos y fenómenos nunca observados hasta la fecha.

Las nuevas partículas producidas por los aceleradores, exóticas y fascinantes, tienen una vida demasiado breve como para encontrar aplicaciones en el campo energético o militar. De este modo, lo que antes había dividido, ahora une. Disminuido el interés por la guerra, florece espontáneamente la colaboración entre instituciones internacionales. En esos fervientes años, el progreso científico no conoce descanso. La energía puesta a disposición de las máquinas aceleradoras aumenta paso a paso. Se crean nuevos laboratorios, se funden y se cierran a un ritmo frenético. Resultados científicos importantísimos se suceden a un ritmo abrumador. La física de las partículas fundamentales se convierte en la nueva frontera del saber. Una impresionante serie de descubrimientos permite definir con precisión extrema las leyes que regulan los elementos infinitesimales del cosmos y sus complejas interacciones.

Así pues, desde hace varias décadas, el estudio de la física de partículas es la verdadera fragua de la ciencia e incluso el foco del desarrollo tecnológico: todo parece girar en torno a ella.

La materia oscura, apenas vislumbrada hace unas pocas décadas, vuelve a esconderse bajo del velo que la ha protegido desde su nacimiento, allí donde le hace siniestra

compañía otra entidad oscura. Misteriosas y desconocidas, como deidades ctónicas, sostienen entre los dedos los carretes de los hilos que dirigen el destino del universo entero.

Como coordinados por un ser superior, los bordes de los desgarros a partir de los cuales se había revelado el lado oscuro del universo vuelven a aproximarse y se vuelven a juntar. Por encima del velo se calma el viento y se detienen las ondas del tejido. La atención del ser humano está dirigida por ahora a otra parte, su mirada en una dirección completamente distinta.

Mientras tanto, el mundo desconocido para nosotros está en constante evolución. Los hilos, nunca fijos y quietos en los carretes, en continuo aunque lento movimiento, con su juego de tensiones y relajaciones, modifican eternamente la estructura del universo.

Pero, de repente, el velo que nos separa del lado oscuro va a ser desgarrado por segunda vez. Esta vez va a ser para siempre. En ese momento vamos a encontrarnos con el universo ya distinto de como ha sido antes, y lo vamos a reconocer inmerso en su eterno y oscuro devenir.

Ahora ya no puede demorarse mucho la rendición de cuentas. La evolución tecnológica del siglo pasado ha permitido la construcción de telescopios cada vez más potentes, capaces de captar luces e incluso ondas gravitatorias procedentes de la mayoría de los rincones más recónditos del universo. En la década en torno al cambio de siglo, precisamente mientras la progresión geométrica de la energía de los aceleradores marca el ritmo, el avance de la tecnología desencadena una nueva revolución. Transcurren algunos años y la representación de las entidades que dominan lo infinitamente grande acaba trastocada de manera completa.

Nada volverá a ser lo que era antes. La caza de las deidades ctónicas acaba de comenzar. Nadie puede

predecir cuándo se cantarán los poemas sobre las hazañas de los cazadores.

I DE LAS PARTES DEL CIELO

1. La materia

Lo que está en juego

Está pero no se ve. Como la niebla en Milán de Totó y Pepino. Es la materia oscura, uno de los misterios más fascinantes de la naturaleza, celosamente guardado y aún por descifrar. ¿Será suficiente el resto del siglo XXI? ¿O llegará mucho antes la solución? ¿O quizá sean nuestros bisnietos quienes nos revelen su secreto?

Sea cual sea el camino y su final, una cosa sí es cierta: la materia oscura es y va a ser el coto de caza preferido de los científicos en las próximas décadas. Aquí, en fuerte competencia, se van a medir los grupos de físicos, astrofísicos, cosmólogos, profesionales y aficionados, experimentales y teóricos, científicos y filósofos. Todos impulsados por la imparable ambición de ser los primeros en llegar a descubrir el misterio, conocer y revelar lo que hoy se desconoce, escribir uno de los capítulos más importantes de la ciencia y, por qué no, dejar esculpida para siempre su fama en el tiempo.

¿Por qué es tanto lo que está en juego? No podría ser de otro modo: la comprensión de la naturaleza y de las leyes físicas de la materia oscura va a cambiar la percepción del universo en el que vivimos, va a modificar los límites de los elementos fundamentales de la materia y de los campos de fuerza y va a fijar nuevas Columnas de Hércules que limiten el mundo conocido en los siglos venideros. Aquí se está haciendo la historia de la ciencia. Aquí va a formar la humanidad una nueva cosmogonía y la hará repensarse a sí misma en el universo.

En este momento tenemos que hacernos una pregunta esencial: ¿cómo hemos llegado hasta aquí? ¿Cómo es posible que la materia oscura, que ha sido ya objeto de un