



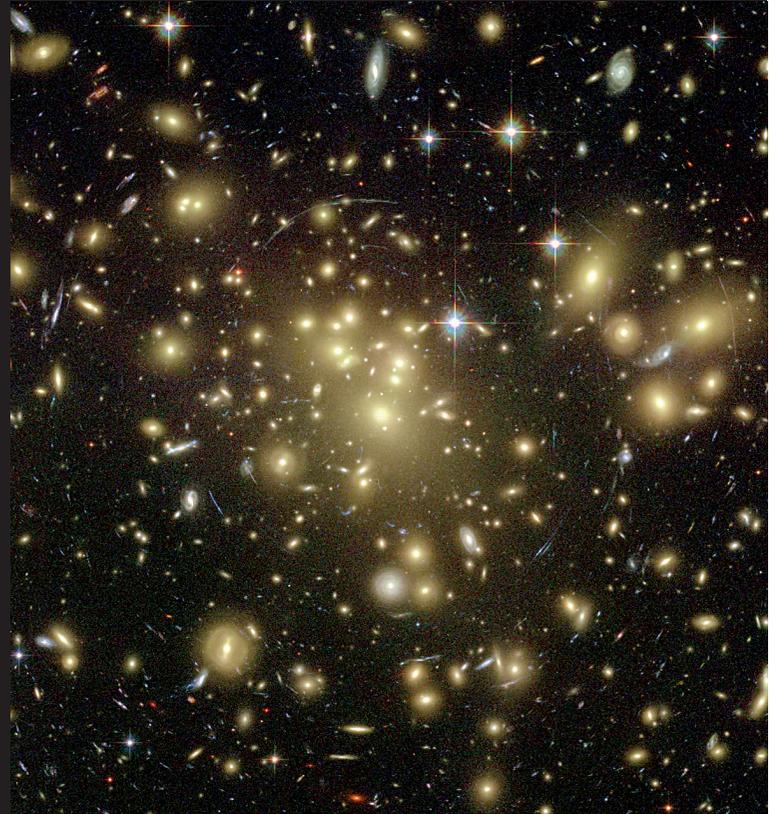
EL INVENTARIO CÓSMICO

En la antigua Grecia, Empédocles afirmó que todo se componía de solo cuatro elementos: agua, fuego, tierra y aire. Fue, sin duda, el primer intento de describir el contenido de nuestro universo. Más de cien años después, Aristóteles añadió un quinto elemento: el éter o quintaesencia, que formaba las estrellas, mientras que los otros cuatro eran los constituyentes de las sustancias terrestres.

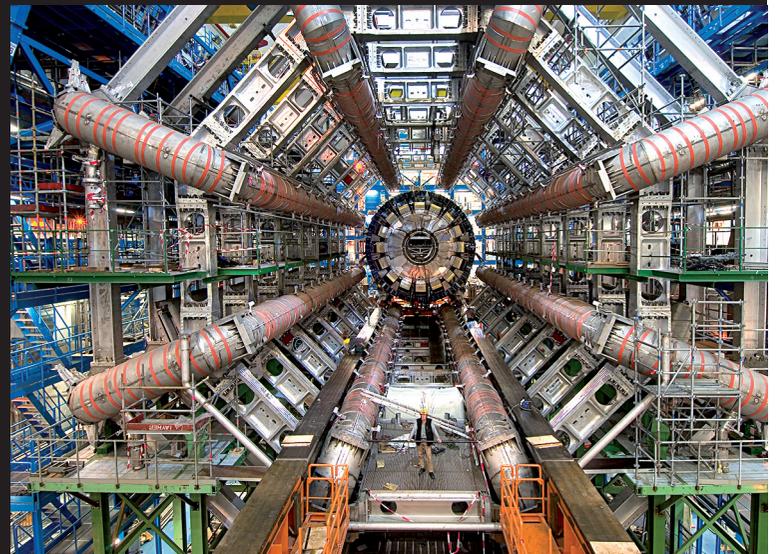
Con el transcurso del tiempo los alquimistas empezaron a diferenciar los elementos: el hierro de las armas y los útiles de labranza, el bronce de las primeras monedas, el oro de las joyas. En el siglo XIX, el ruso Mendeléiev puso orden y estableció la tabla periódica: hidrógeno, helio, litio, berilio, boro, carbono, nitrógeno, oxígeno... hasta más de cien. Casi todos los elementos químicos que forman parte de las moléculas de nuestro cuerpo se formaron hace miles de millones de años en el interior de estrellas que hoy ya no existen. La fusión termonuclear es la fuente de energía de las estrellas, un mecanismo por el que se transforma primero el hidrógeno en helio y después, progresivamente, en otros elementos químicos como el carbono, el oxígeno, el silicio o el hierro. Este último es el elemento más pesado que se forma durante la vida *tranquila* de una estrella. El oro de nuestras joyas o el uranio de los reactores nucleares se produce al final de la vida de estrellas muy masivas, gracias a reacciones termonucleares que ocurren en las explosiones de supernovas, que además sirven para inundar el medio interestelar con los elementos químicos que se formaron en el interior de esas estrellas. De los restos de estas explosiones se formaron nuevas generaciones de estrellas, como nuestro Sol. Muchas de ellas albergan sistemas planetarios, como nuestro Sistema Solar, y quién sabe si también vida como la Tierra.

Pero como Shakespeare pone en boca de Hamlet: «Hay algo más en el cielo y en la tierra, Horacio, de lo que ha soñado tu filosofía.» Las observaciones cosmológicas actuales apuntan a que en el universo solo el 5% es materia ordinaria, otro 25% es un tipo de materia bien distinta al que conocemos y cuya naturaleza sigue siendo un misterio, la materia oscura. Los grandes aceleradores de partículas, como el LHC (siglas del Gran Colisionador de Hadrones en inglés) en el CERN, la buscan y quizá, algún día, la encuentren. Más extraño aún resulta el concepto de energía oscura, que contribuye con un 70% al total y debe ser, por tanto, el componente dominante del contenido de materia y energía del universo.

La existencia de la materia oscura se postuló hace muchos años. Desde que, el 1 de enero de 1925, el astrónomo americano Edwin Hubble mostrara que la galaxia de



El cúmulo de Abell 1689 contiene materia oscura que distorsiona las imágenes de las galaxias remotas como consecuencia del efecto lente gravitatoria.



El acelerador de partículas Gran Colisionador de Hadrones en el CERN (Ginebra). En un futuro, esta gran instalación científica podría desvelar la naturaleza de la materia oscura.

Andrómeda era una galaxia como la nuestra y, por tanto, no formaba parte de la Vía Láctea, se empezaron a catalogar centenares de galaxias primero, más tarde miles, y hoy en día millones de estas enormes concentraciones de estrellas, polvo y gas, que contienen, en muchos casos, cientos de miles de millones de soles. Pronto se dieron cuenta los astrónomos de que las galaxias parecían sociables —la gravedad las hace así—, y se agrupan para formar estructuras más grandes. Al fotografiar grandes áreas del cielo, se pudo comprobar que existían cúmulos constituidos por centenares o miles de galaxias. Uno de los más espectaculares y cercanos es el cúmulo de Coma, a unos 325 millones de años-luz. El astrónomo de origen suizo, pero afincado en California, Fritz Zwicky intentó, en los años treinta, determinar la masa de este cúmulo y llegó a la conclusión de que, dadas las velocidades a las que se desplazan las galaxias en su seno (como las abejas en un enjambre), la única forma de explicar que el cúmulo no se disgregara era que existiera una gran cantidad de materia no visible que lo mantuviera ligado por efecto gravitatorio. Postuló, por primera vez, la existencia de materia oscura. Su contribución a la masa total del cúmulo es muy superior a la suma de la masa de las galaxias que lo componen. Otras muchas evidencias se han aportado desde entonces para justificar la necesidad de contar con la materia oscura en el inventario cósmico, aunque su naturaleza sigue siendo un misterio.

Al estudiar las explosiones de supernova en galaxias situadas a miles de millones de años luz, los cosmólogos han concluido que su brillo es más débil de lo esperado. En realidad, esta observación la explican argumentando que la distancia que ha recorrido la luz de las supernovas hasta llegar a nuestros telescopios es mayor de lo que se pensaba, y esto se explica si el universo se está acelerando. La razón de esta aceleración no está clara. Los cosmólogos hablan, sin saber muy bien qué es, de *energía oscura*: no es materia y, por tanto, no se puede detectar mediante su influjo gravitatorio; tampoco emite radiación. Se trata de una energía asociada al propio espacio, que actúa como una gravedad repulsiva, y que sería la responsable de la aceleración cósmica.

Dos mil cuatrocientos años después de Aristóteles, nos guste o no, los sucesores de aquellos pensadores y filósofos de la naturaleza en la antigua Grecia seguimos hablando —como ellos— de quintaesencia: de un



N. Benítez, T. Broadhurst, H. Ford, M. Clampin, G. Hartig, G. Illingworth, NASA, the ACS Science team, ESA.



© CERN



© Fermilab

Al igual que las gominolas en el frasco, el contenido del universo es fundamentalmente oscuro (como los caramelos negros, que representan el 95% del frasco). Solo alrededor del 5% del universo (la misma proporción que los caramelos de colores claros) está constituido por materia ordinaria.

«¿ESTAMOS LOS
COSMÓLOGOS REEDITANDO
CONTINUAMENTE UN
MODELO DE UNIVERSO
—QUIZÁ ERRÓNEO— PARA
ACOMODARLO A LAS
NUEVAS E INESPERADAS
OBSERVACIONES?»

lado oscuro y desconocido del universo. A pesar de todo lo que hemos aprendido, solo conocemos la punta del iceberg; el resto, la mayor parte del universo, sigue siendo un misterio.

Los astrónomos precopernicanos hacían cada vez más complejos los modelos del mundo geocéntricos, añadiendo nuevas esferas, epiciclos, deferentes, etc. Trataban, según los historiadores actuales, de describir los fenómenos, no de explicarlos. Pero las complejidades eran tan evidentes que llevaron al propio Alfonso X el Sabio a afirmar que «si hubiera estado presente en la Creación, habría sugerido un esquema más simple».

¿Estamos los cosmólogos de hoy en día haciendo algo similar, postulando la existencia de componentes exóticos para explicar el universo? ¿Estamos reeditando continuamente un modelo de universo —quizá erróneo— para acomodarlo a las nuevas e inesperadas observaciones? ¿Será necesario plantear la crisis del modelo y buscar alternativas, quizá un cambio de paradigma? El tiempo nos dará respuestas, pero entre tanto un cierto escepticismo es aconsejable.

VICENT J. MARTÍNEZ

Director del Observatorio Astronómico de la Universitat de València