



**Isaac
Asimov**

FRONTERAS

Y OTROS ENSAYOS

En *Fronteras*, Asimov se enfrenta a cinco temas esenciales: el hombre primitivo, la ciencia, la Tierra, el espacio y el universo. El autor nos guía con mano sabia por los grandes dilemas del conocimiento: desde la edad del universo hasta la especulación acerca de las supernovas, pasando por la hipótesis de establecer bases en el espacio para la obtención de recursos energéticos.

A Red Evans, modelo del lector fiel

INTRODUCCIÓN

Desde que los hombres aprendieron a pensar analíticamente y a emplear materiales asequibles para hacer la vida más fácil y segura, hemos cruzado una interminable serie de fronteras. En las ciencias, estas fronteras han sido siempre puertos de embarque hacia lo desconocido, y necesariamente la comprensión y el progreso han ido precedidos de cuidadosas revisiones.

Un proceso parecido de revisión y reevaluación es importante para todo escritor que pretenda explicar las complejidades de la ciencia moderna a quienes no están formalmente adiestrados en la materia. Yo he seguido esta máxima desde 1986, cuando empecé a escribir semanalmente una columna de ciencia para *The Los Angeles Times Syndicate*. La experiencia fue muy interesante y me impulsó a publicar aquel trabajo en forma de libro. *Fronteras* es por tanto una colección de observaciones sobre una base amplia, que expone recientes avances en la ciencia y reexamina y valora los logros históricos que condujeron al enfoque de nuestro conocimiento. Espero que el planteamiento informal de esta colección sirva para descubrir nuevos panoramas a quienes comparten mi asombro ante las imponentes fronteras que se nos ponen delante cuando avanzamos hacia una mayor comprensión de nuestro al parecer infinito universo.

Cuando preparaba este libro se me ocurrió pensar que su contenido tenía un carácter bastante idiosincrásico. Tengo tendencia a seguir lo que me interesa, y algunas cosas me interesan más que otras. Por esta razón, los comenta-

rios se centrarán más en la física y en la astronomía que, por ejemplo, en las ciencias médicas, que ocupan más espacio en los periódicos y revistas que todas las demás ramas de la ciencia juntas.

Como el libro versa sobre las fronteras de la ciencia, las conclusiones de los diversos ensayos a veces son provisionales. Después de todo, la ciencia es provisional: siempre está dispuesta a ampliarse o corregirse. Menciono por ejemplo un reciente descubrimiento sobre la concentración de oxígeno en antiguas atmósferas y expreso mis dudas sobre el valor del resultado. O examino un descubrimiento aparentemente emocionante de arcos de luz en el cielo y observo después que estos arcos al parecer han resultado una especie de ilusión óptica.

Los resultados que logran los científicos en alguna materia fronteriza es muy probable que sean contradictorios, pero esto es característico de las fronteras. Por ejemplo, en muchos ensayos de este libro, estudio el tema de la edad del universo.

En algunos casos, los nuevos hallazgos inducen a pensar que el universo tiene unos 10 000 millones de años, mientras que en otros casos se indica una edad de 20 000 millones. Bueno, ¿cuál es en realidad? La respuesta es que no podemos saberlo con certeza. Es una cuestión difícil de determinar, y diferentes líneas de investigación apuntan en direcciones algo diferentes. Esto no es un fallo de la ciencia sino más bien uno de sus méritos: se puede discutir libremente sobre puntos polémicos y hay múltiples caminos hacia la meta, algunos de los cuales pueden ser callejones sin salida. Seguramente llegará un día en que se resolverá la cuestión de la edad del universo, como se ha resuelto la de la edad de la Tierra. Hasta entonces, el lector puede tener interés en conocer las diferentes maneras de abordar el problema y en sopesar por sí mismo los valores de los distintos argumentos y sus resultados.

Por último, el lector encontrará necesariamente un número considerable de coincidencias parciales en algunos de los ensayos. A fin de cuentas cada uno de ellos ha sido escrito para que tuviera entidad por sí mismo. Dos ensayos sobre temas parecidos pueden requerir, por tanto, algún antecedente común, y sólo me cabe pedir comprensión y perdón a este respecto.

Pese a estas advertencias, confío en que este libro dé al lector una impresión de lo que muchos científicos están descubriendo actualmente. La ciencia tiene mucho de sujeto vivo, y nunca lo ha sido tanto como ahora. Hoy en día, más científicos, con más técnicas a su inmediata disposición, están investigando más temas, con más entusiasmo que nunca.

Como resultado de ello, los campos del conocimiento humano se están extendiendo con más fuerza que nunca.

ISAAC ASIMOV

1 de octubre de 1989

I. FRONTERAS DEL HOMBRE PRIMITIVO

NUESTROS ANTEPASADOS

La especie humana es una recién llegada a la Tierra. No llevamos mucho tiempo aquí, en comparación con la larga vida de la Tierra, pero sí más del que solíamos pensar. Y periódicamente los científicos se siguen sorprendiendo con nuevas mediciones que demuestran que nosotros, o nuestros antepasados, somos cada vez más antiguos.

Hasta épocas modernas, los eruditos occidentales, e incluso los científicos, daban por cierto que la humanidad (y la Tierra misma) tenía sólo una edad de unos 6000 años porque esto era lo que parecía dar a entender la Biblia. Sin embargo, ya en 1797, un inglés, John Frere, descubrió toscos útiles de pedernal que tuvieron que *ser confeccionados* por seres humanos primitivos. Estos útiles fueron descubiertos a una profundidad de cuatro metros bajo el suelo. Los objetos que no son movidos de sitio se cubren lentamente de polvo y barro que se convierten en roca, y cualquier útil enterrado a aquella profundidad debe tener mucho más de 6000 años de antigüedad.

Más tarde, un francés llamado Edouard Lartet encontró un antiguo diente de mamut sobre el que había grabada una excelente silueta de mamut. Sólo la podía haber grabado un ser humano que vivió en la misma época que el hace largo tiempo extinto mamut.

Con el tiempo se fueron encontrando restos óseos de organismos que no eran totalmente seres humanos, aunque se parecían más a éstos que a los monos debido a la

estructura de su esqueleto. Se los llamó *homínidos*, y representaban una larga serie de organismos que fueron antepasados (o ramas colaterales) de los modernos seres humanos: *Homo sapiens*.

Se sabía que los homínidos eran antiguos, pero resultaba difícil precisar su antigüedad.

Los científicos sólo podían conocerla de forma vaga por la profundidad a la que se hallaban los restos y la clase de huesos de otros animales que los acompañaban. Se creía que los homínidos podían haber existido sobre la Tierra durante cientos de miles de años, pero la fecha no era segura.

Sin embargo, en 1896 se descubrió la radiactividad. Se vio que ciertas clases de átomos eran inestables y se desintegraban a un ritmo fijo, que podía medirse. Así, el uranio se desintegraba dando plomo a un ritmo según el cual la mitad del uranio se convertía en plomo en 4600 millones de años. En 1907, un americano, Bertram B. Boltwood, sugirió que las rocas que contenían uranio tenían también que contener plomo. Observando las proporciones de uranio y plomo, se podía calcular la cantidad de uranio que se había desintegrado y, por tanto, la edad que debía tener la roca.

Este fue el principio del «método de datación radiactiva», que podía emplearse para determinar la edad de rocas que no hubiesen sido alteradas. El método radiactivo demostró que algunas de las rocas descubiertas habían permanecido inalteradas durante unos 3500 millones de años, por lo que la Tierra debía ser más antigua. Meteoritos que no han sido alterados desde el principio presentan edades de unos 4600 millones de años, que ahora se consideran la edad de la Tierra... y del sistema solar.

Naturalmente, si descubrimos huesos de homínido dentro de una roca y determinamos la edad de ésta, habremos determinado también la antigüedad de los huesos. No todas las rocas contienen suficiente uranio como para hacer este cálculo, pero en cambio todas ellas contienen el ele-

mento común potasio. Ciertos átomos de potasio son radiactivos y se desintegran en el gas inerte argón a un ritmo tal que la mitad del potasio desaparece en 1300 millones de años. Midiendo el potasio y las burbujas de argón atrapadas en la roca, podemos determinar el tiempo transcurrido desde que se formó aquella roca y quedaron los huesos encerrados en ella.

Estas técnicas se fueron perfeccionando con el transcurso del tiempo, y los homínidos resultaron generalmente más antiguos de lo que se pensaba. En septiembre de 1987, científicos de la Universidad de Utah dataron rocas de Kenya que contenían útiles antiguos. Se había calculado que aquéllas tenían unos 500 000 años de antigüedad, pero las nuevas mediciones indicaron que al menos tenían 700 000, y posiblemente 900 000 años.

Y hubo homínidos todavía más antiguos (parece que evolucionaron en el África oriental y meridional, lo cual no es de extrañar porque allí es donde viven los chimpancés y gorilas, nuestros más próximos parientes no homínidos). En Olduvai Gorge, África oriental, se descubrieron cráneos de homínidos y útiles primitivos que sorprendieron a los científicos porque resultó que poseían una antigüedad aproximada de 1 800 000 años. Los homínidos pertenecían a nuestro género, *Homo* y se les dio el nombre de *Homo habilis*.

Antes del *Homo habilis* existieron homínidos aún más primitivos, demasiado diferentes de nosotros como para considerarlos del género *Homo* aunque sin embargo eran homínidos. Por ejemplo, tenían caderas y piernas como las nuestras y podían caminar erguidos con la misma facilidad con que lo hacemos nosotros. El más antiguo de ellos fue llamado *Australopithecus afarensis*. Se han descubierto restos fosilizados que parecen darle una antigüedad de cuatro millones de años.

Sin duda debieron existir especímenes aún más antiguos.

No parece aventurado suponer que hace cinco millones de años ya había homínidos sobre la Tierra. Esto significaría que la especie humana y sus antepasados homínidos serían ochocientas veces más antiguos que lo que creían los eruditos hace sólo un par de siglos. Pero para hacernos cargo de la proporción digamos que los homínidos han existido sólo durante una milésima parte de la edad de la Tierra.

¿QUÉ EDAD TENEMOS?

¿Qué edad tenemos nosotros? Entiendo por «nosotros» el grupo de organismos conocido como «hombre actual», «hombre moderno», «seres humanos» u *Homo sapiens sapiens*. Ahora la respuesta es que podemos ser dos veces más antiguos de lo que nos imaginábamos.

Para ver lo que esto significa, retrocedamos hasta 1856. En el valle alemán occidental del río Neander (*Neanderthal* en alemán), unos trabajadores que limpiaban una cueva de piedra caliza encontraron unos huesos. La cosa no tenía nada de extraño. Lo que solía hacerse era tirar los huesos. Y así se hizo, pero el hecho llegó a oídos de un profesor de una escuela próxima que se dirigió al lugar y consiguió salvar unos catorce huesos, entre ellos un cráneo.

Los huesos eran humanos, sin ningún género de dudas, pero el cráneo en particular mostraba algunas interesantes diferencias respecto al de un ser humano ordinario. Tenía muy pronunciados los arcos superciliares, la frente huidiza, el mentón aplastado y presentaba unos dientes extraordinariamente prominentes.

Los restos fueron rápidamente denominados «hombre de Neanderthal» y surgió inmediatamente una acalorada controversia. ¿Eran los restos de un antiguo y primitivo antepasado de los seres humanos modernos, o eran de un ser humano corriente con alguna anomalía en los huesos?

Más tarde se encontraron en otras partes de Europa y de Oriente Medio otros restos óseos con cráneos parecidos

al de Neanderthal. No podía haber tantas personas con la misma anomalía ósea. Por consiguiente hubo que aceptar que el hombre de Neanderthal era un antiguo y en cierto modo primitivo tipo de ser humano. Los antropólogos empezaron a llamarle *Homo neanderthalensis* (el hombre moderno era llamado *Homo sapiens*, que quiere decir «sapiente» o «conocedor»). Ambos pertenecían al género *Homo*. Pero, en definitiva, las diferencias entre el hombre de Neanderthal y el hombre moderno parecieron tan pequeñas que los antropólogos empezaron a considerarlos miembros de dos subespecies. El hombre de Neanderthal fue llamado *Homo sapiens neanderthalensis*, y el hombre moderno *Homo sapiens sapiens*.

El posible que el hombre de Neanderthal descendiera de antepasados todavía más primitivos, de hace 250 000 años. En algún tiempo y lugar, algunos Neanderthal experimentaron los pequeños cambios evolutivos requeridos para obtener los atributos modernos. No sabemos exactamente cuándo ni dónde, porque los hombres de Neanderthal eran poco numerosos y demasiado listos para dejarse atrapar en condiciones adecuadas para su fosilización, por lo que tenemos muy pocos fósiles para sacar conclusiones.

No obstante se han encontrado esqueletos antiguos que son exactamente iguales que los modernos y, a juzgar por ellos, el hombre moderno debió surgir hace al menos 40 000 años. Esto pudo ocurrir en el norte de África, aunque esto es muy dudoso.

Los últimos esqueletos neandertalenses tienen unos 35 000 años de antigüedad. Por consiguiente, el hombre moderno y el de Neanderthal moraron juntos en la Tierra durante un tiempo (principalmente en Europa, pues es aquí donde se han encontrado la mayoría de los fósiles neandertalenses). Es posible por tanto que el hombre de Neanderthal y el moderno viviesen juntos sólo durante 5000 años antes de que aquél desapareciese.

Cuando se encontraron las dos subespecies, probablemente lucharon por la comida y los hábitats, y perdió el hombre de Neanderthal. ¿Por qué? No lo sabemos con certeza. Hay algunas razones para creer que los hombres de Neanderthal eran más robustos y vigorosos que los hombres modernos. En cambio, tal vez fuesen menos ágiles.

O quizá los modernos eran más ingeniosos. Mi teoría predilecta es que el hombre moderno inventó las armas de largo alcance, como hondas o arcos y flechas, con las que podían atacar a los de Neanderthal desde lejos y evitar de este modo el peligro del combate cuerpo a cuerpo. Los pobres hombres de Neanderthal debieron de perder casi todas las batallas y cada vez fueron menos numerosos, hasta que los *Homo sapiens sapiens* en número creciente quedaron como dueños indiscutibles de la Tierra.

Pero un estudio publicado en febrero de 1988 por un grupo de antropólogos franceses e israelíes plantea nuevos interrogantes sobre las relaciones del hombre primitivo con los hombres de Neanderthal. En él se explica el hallazgo, en una cueva de Israel, de restos de esqueletos de unos treinta seres humanos que parecen haber sido de *Homo sapiens sapiens*. Se estudió la edad de algunos útiles de piedra encontrados con aquellos restos, mediante una técnica llamada *termoluminiscencia* (producción de luz con el calor), y si los resultados son correctos, los esqueletos tienen unos 90 000 años de antigüedad.

Si es así, esto significaría que el hombre moderno se escindió de la raza de Neanderthal hace más del doble del tiempo que se había creído, y que durante el mismo pudo desarrollar diferencias que tal vez no se advierten en los huesos. Si estos resultados se confirman, tal vez los antropólogos considerarán de nuevo al hombre de Neanderthal y al hombre moderno como dos especies diferentes.

Y si el hombre de Neanderthal y el hombre moderno coexistieron sobre la faz de la Tierra, no durante 5000 años sino durante 55 000, ¿por qué tardó tanto el hombre mo-

derno en liquidar al de Neanderthal? ¿Eran los neandertalenses más listos de lo que nos imaginábamos? ¿Combatieron mucho mejor de lo que creíamos?

Los científicos deben ahora dilucidar estas cuestiones. Pero es triste pensar que el hombre moderno, si lo intentase de veras, podría hoy en día liquidarse a sí mismo en 55 000 segundos.