

# LA HISTORIA

DE LA VIDA Y EL HOMBRE

# LA HISTORIA

## DE LA VIDA Y EL HOMBRE

© Lunweg, S.L. y Fundación Rafael del Pino, 2009

© de los textos, sus autores  
© de las imágenes, sus autores

La ejecución de los murales ha sido efectuada por los artistas plásticos Fernando Fueyo y Ángel Caño. El diseño y seguimiento científico de los contenidos que en ellos aparecen, se deben a: Alfonso Esquivel, Víctor Villasante, Ignacio Martínez, Juan Luis Arsuaga y Milagros Algaba.

ISBN: 978-84-9785-603-4  
Depósito legal: B-37.315-2009

No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

LUNWERG S. L.  
Diagonal, 662-664 – 08034 Barcelona  
lunweg@lunweg.com  
www.lunweg.com

Impreso en España





La Fundación Rafael del Pino ha mostrado desde el primer momento una especial inquietud por promover la Historia y difundirla. El bagaje de las culturas que pueblan hoy nuestro planeta no se comprende sin que miremos hacia atrás, más allá de hasta donde nuestros sentidos pueden trasladarnos. Para ello, y como preámbulo a la comprensión de nuestra sociedad actual, les invitamos a recorrer el camino desde el principio, deteniéndonos en aquellos momentos culminantes de los procesos que se han producido en nuestro Universo y de la Evolución de los seres vivos que habitamos el Planeta Tierra.

Rafael del Pino y Moreno  
Presidente de la Fundación Rafael del Pino  
*Madrid, año 2005*

# SUMARIO

---

## PRÓLOGO

JUAN LUIS ARSUAGA

## LA EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO Y DE LA VIDA

Alfonso Esquivel

Víctor Villasante

11. Desde el Big Bang hasta la formación de la Tierra

19. La vida en un planeta azul

25. La vida en tierra firme

29. La era de los dinosaurios

35. El planeta de los mamíferos

## HISTORIA DE UNA CIVILIZACIÓN

Milagros Algaba

48. Introducción

53. Nos hicimos campesinos / El mundo en signos

63. La razón / El Mare Nostrum

73. El Camino de las estrellas / Libros para todos

83. Descubriendo el mundo / El siglo de las luces

95. Los caballos de vapor / Y se hizo la luz

109. La vida / Más humanos

# PRÓLOGO

## UNAS POCAS PALABRAS

---

Me habría gustado firmar este libro, porque la idea es magnífica y porque está muy bien hecho –excelentemente escrito e ilustrado–, pero los autores son otros. Sírvenme de consuelo haber participado en el proyecto que le dio origen y que se proponía nada menos que recorrer toda la historia por medio de imágenes pintadas en unos grandes lienzos. Rafael del Pino quería *verlo* y se pusieron a ello el pintor Fernando Fueyo, el biólogo Alfonso Esquivel, el físico Víctor Villasante, y la historiadora Milagros Algaba (en el equipo yo era la mosca esa... ya saben).

No he puesto la palabra historia con mayúsculas porque no me refiero tan solo a la Historia que transcurre desde que se inventó la escritura –y nos llegan por ese medio los ecos de las voces que se dijeron hace tantas generaciones–. Esta historia es infinitamente más amplia y arranca desde que hay *algo*. Es una breve historia de la materia y del tiempo.

El universo es mucho más viejo que la Tierra y la Tierra es más antigua que la vida que alienta en ella, pero tardó menos tiempo en aparecer la vida que en surgir –más tarde– un organismo pluricelular. ¿Quiere eso decir que es más difícil –ya que pasó más tiempo– que se combinen las células para formar tejidos, órganos y sistemas? En todo caso la vida y la complejidad biológica son dos grandes acontecimientos de la historia (esta historia que lleva minúsculas a pesar de que es la enorme).

Pero estoy hablando como un paleontólogo. Otros muchos acontecimientos importantísimos tuvieron que ocurrir en esa inmensidad de tiempo astronómico que precedió a la formación de la Tierra. De la Tierra y de todo lo demás que existe, y aquí nos tropezamos por primera vez con el problema del *chauvinismo de especie*, o el patriotismo de terrícolas. El universo se expande en todas las direcciones desde que se produjo el Big Bang y –claro está– se han ido formando muchas galaxias y sistemas solares y planetas aparte del nuestro, que es el que nos interesa. Así, no tiene nada de extraño que dirijamos hacia él nuestro telescopio –cuando lo vemos, como en el mural de Fueyo, desde fuera– a condición de que no pensemos que es el centro del universo, como creían los sabios antes de Copérnico.

Pero si hay extraterrestres inteligentes por ahí –algo que posiblemente no lleguemos a saber nunca– harán murales semejantes, porque habitarán planetas más o menos como el nuestro (no se puede vivir en una estrella). Lo que viene después de la formación de su mundo es lo que cambiaría en su mural –o sea, la paleontología y la Historia– aunque el resultado final tendría que ser también una civilización tecnológica (¿más justa y más «humana», tal vez?).

Una vez formada la tierra y aparecida la vida todo puede contarse en términos muy lineales, que llevan sin desviaciones hasta nuestra especie. Lo cierto es que hay muchas otras especies, como hay muchas otras culturas además de la occidental y otras naciones que no son la española. Alguna vez –para explicar esto– tendremos que dibujar nuestra trayectoria como uno de esos laberintos que aparecen en los libros de crucigramas: se conoce el principio y el final y hay que buscar el camino que los conecta, que es no es recto, sino tortuoso. Un camino entre otros muchos que llevan a otras salidas.

Con todo, nuestra historia particular, la de los organismos pluricelulares, luego vertebrados, tetrápodos, mamíferos, primates, homínidos, romanos, cristianos, españoles y americanos, y finalmente –esperemos– humanos, es increíble y maravillosa.

Pocas veces se ha contado tanta historia junta y ha habido que resumir mucho, buscando los *momentos estelares*. Las pinturas y los textos son naturalistas –me parece– en el sentido de que buscan un mismo efecto, el de contar. Y hacerlo de una manera rigurosa –hasta la última pincelada de Fernando Fueyo ha estado sometida a debate, hasta la última palabra del texto se ha documentado a conciencia–, amena y bella. Un trabajo de auténticos maestros artesanos, una labor hecha con amor y sin mirar el reloj. El resultado se ve y se lee. Por eso me habría gustado ser autor.

JUAN LUIS ARSUAGA



## DESDE EL BIG BANG HASTA LA FORMACIÓN DE LA TIERRA

### **¿Tuvo el Universo un principio? ¿Cómo y cuándo se formó? ¿Cómo ha ido cambiando a lo largo del tiempo?**

Estas preguntas son las que animan el desarrollo de la moderna cosmología científica. Esta rama de la ciencia, a lo largo del siglo XX, ha experimentado un crecimiento espectacular, y lo que antes era coto reservado para las mitologías o la especulación filosófica es ahora parte de la discusión científica. En cuanto a las dos primeras preguntas, la cosmología no es capaz de dar una respuesta, quién sabe si alguna vez lo será. Pero sí nos permite trazar un esbozo general que responda a la tercera pregunta. Disponemos hoy de conocimientos, precisos en algunos puntos, vagos en otros, acerca de cómo el universo observable ha evolucionado a partir de una etapa primitiva en la que el volumen que ocupaba era infinitamente menor y su densidad y temperatura infinitamente superiores a las que lo caracterizan hoy día. Esta etapa primitiva caliente y densa recibe el nombre de Big Bang o Gran Explosión, y desde entonces el Universo está en expansión.

Hace unos 14 000 millones de años toda la materia que hoy puede observarse, los centenares de miles de millones de estrellas, planetas, galaxias, y toda la materia oscura que sabemos que está ahí pero que no podemos observar, estaba concentrada en un volumen infinitamente pequeño y se encontraba a una temperatura infinitamente alta. El estado en que se encontraba el Universo antes de que hubiesen transcurrido las primeras fracciones de segundo es inaccesible a la física actual. Se cree que a medida que el Universo se enfriaba se produjeron diferentes transiciones de fase, en cierto modo análogas a las que se producen cuando un sólido se funde o un líquido se convierte en gas. En ellas, las interacciones o fuerzas fundamentales (nuclear fuerte, nuclear débil, electromagnética y gravitatoria) se desacoplaron y pasaron de estar unidas a estar separadas. En algún momento del primer segundo después del Big Bang, según

# LA EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO Y DE LA VIDA

Desde el Big Bang hasta la formación de la Tierra

La materia, acumulada y colapsada por su propio peso, formó galaxias de diferentes formas: elípticas, lenticulares, espirales o irregulares. Una de ellas es la Vía Láctea, la galaxia en la que se formó la vida que conocemos.



el llamado modelo inflacionario, se produjo la inflación exponencial de una porción del Universo, cuyo volumen aumentó rapidísimamente y devoró a cualquier otra porción del Universo en la que las condiciones iniciales hubieran sido diferentes, produciéndose la homogeneización de las propiedades de temperatura, densidad, etc, en todos los puntos del Universo. Tras esta inflación, el Universo siguió enfriándose por expansión. En esas condiciones había una transformación continua de materia en radiación y viceversa, con la creación y destrucción de un sinnúmero de partículas elementales. La radiación y la materia estaban en equilibrio térmico. Durante los primeros minutos después del Big Bang, el Universo se enfrió lo suficiente como para que determinadas partículas elementales se hicieran estables. Estas partículas se combinaron para formar protones y neutrones, algunos de los cuales se unieron para formar núcleos de elementos ligeros mediante reacciones termonucleares de fusión. Se crearon así núcleos de hidrógeno y de helio, y en mucha menor proporción de deuterio. A este fenómeno se le denomina nucleosíntesis primordial, y es el responsable de la composición media del Universo hoy en día, dominada por el hidrógeno y el helio.

Varios cientos de miles de años después del Big Bang, el proceso de expansión y enfriamiento llegó a un punto en el que los núcleos eran capaces de retener electrones. Por tanto, se formaron átomos y el Universo se hizo transparente a la radiación. Radiación y materia se desacoplaron y el remanente de radiación permeó todo el Universo y desde entonces se enfría con él. Es la llamada radiación cósmica de fondo. Las pequeñas inhomogeneidades que no fueron borradas durante los instantes iniciales de la expansión se manifiestan en pequeñas diferencias de temperatura en la radiación cósmica de fondo.

A partir de ese momento la materia se fue agrupando de acuerdo a una jerarquía, para dar lugar a la estructura del Universo que observamos a gran escala. La gravedad actuó sobre las inhomogeneidades primordiales e hizo que las regiones algo más densas que la media empezasen a contraerse por su propio peso y aumentasen cada vez más las diferencias de densidad entre unas regiones y otras. Se inició así la formación de las estructuras de materia que se observan en la actualidad, y este es un proceso que ha actuado y continúa haciéndolo a muy diferentes escalas. La estructuración ha afectado sobre todo a la materia oscura, que podría constituir hasta un 90 o 99 % de la materia del Universo, para dar lugar a regiones más densas y otras menos, generándose una red de filamentos y paredes densas que rodean

regiones enrarecidas, todo a una escala inimaginablemente vasta. La materia ordinaria, la que detectamos por su brillo en forma de estrellas y galaxias, no es más que una parte muy pequeña del conjunto, una tenue espuma luminosa que se ha concentrado en las regiones con alta densidad de materia oscura, atraída por la acción gravitatoria de ésta. El tema común que subyace a todas las escalas es la fuerza de la gravedad. Así, las galaxias son conjuntos de estrellas, gas y polvo unidos por su propia gravedad, las galaxias se unen para formar cúmulos, los cúmulos para dar supercúmulos y éstos interaccionan entre sí y sobre todo con la materia oscura y originan filamentos y murallas más densas en torno a regiones de menor densidad llamadas vacíos o *voids*.

Al poco de empezar a formarse las galaxias había mayor abundancia de las llamadas galaxias activas, que tienen núcleos donde se generan extraordinarias cantidades de energía. A este conjunto pertenecen las radiogalaxias, los cuásares, etcétera. Según los modelos astrofísicos actuales, toda esta variedad de galaxias activas se explica con un único fenómeno: la presencia, en el centro de las galaxias, de agujeros negros masivos, que van engullendo el gas interestelar e intergaláctico, muy abundante en esa fase temprana del Universo por ser mayor la densidad. Las morfologías actuales de las galaxias se desarrollaron a medida que el gas del que se nutrían los agujeros negros centrales se fue agotando, con lo que las galaxias dejaron de ser activas. También han tenido gran importancia la interacción entre galaxias, con la generación de ondas de densidad y estructuras espirales, y el enriquecimiento del medio interestelar en elementos pesados a medida que las diferentes generaciones de estrellas se fueron sucediendo. Se originaron así los diferentes tipos de galaxias que observamos hoy en día: elípticas, espirales, lenticulares, barradas, irregulares. Una de esas galaxias, formada como las demás por la acreción de materia que colapsó bajo su propio peso, es nuestra Vía Láctea, la Galaxia.

De manera simultánea, se produjo la evolución de sucesivas generaciones de estrellas. Las primeras no tenían elementos más pesados que el helio. Cuando se extinguieron, dieron lugar a supernovas y nebulosas planetarias, que esparcieron los elementos pesados (carbono, oxígeno, silicio, etcétera.), formados previamente en su interior mediante reacciones de fusión termonucleares. A partir de un medio cada vez más enriquecido en elementos pesados se fueron formando estrellas más jóvenes.

Hace unos 4 600 millones de años, cuando ya habían transcurrido casi 10 000 millones de años desde el Big Bang (La Gran Explosión), se formó nuestro Sistema Solar. Esto tuvo lugar a partir de una nube de gas y polvo, enriquecida con los elementos pesados creados en las estrellas de generaciones anteriores. Algo desestabilizó una de las numerosas nubes de gas y polvo que orbitan alrededor del centro de la Galaxia. Pudo ser la onda expansiva de una supernova cercana, o la compresión debida al paso de la onda de densidad de uno de los brazos espirales de la galaxia. El caso es que la materia de la nube se des-



Nubes de polvo y materia flotando en el espacio

# LA EVOLUCIÓN DEL UNIVERSO Y DE LA VIDA

Desde el Big Bang hasta la formación de la Tierra



La materia contenida en una nube de la galaxia formó planetas alrededor de una estrella. Este proceso, de Acreción de la materia por gravedad, creó el Sistema Solar.

estabilizó y empezó a caer sobre sí misma, fragmentándose en nubes menores, cada una de las cuales colapsaba hacia su propio centro. En el centro de una de ellas, a medida que la materia se acumulaba y se calentaba, se formó el protosol. Parte del material de la nube, en vez de caer hasta el centro y ser engullido por la protoestrella, quedó orbitando alrededor en forma de disco. En el interior de la protoestrella, la temperatura y la densidad alcanzaron tales valores que se iniciaron reacciones termoneucleares en las que los núcleos de hidrógeno se fusionaban para formar núcleos de helio, tal y como había sucedido en las remotas épocas de la nucleosíntesis primordial, tal y como sucede en el interior de todas las estrellas durante la mayor parte de su vida. Nació el Sol. A la vez, los granos de polvo del disco se fueron aglutinando en cuerpos cada vez mayores, cuerpos que se atraían entre sí por efecto de la gravedad, que devoraban a los más pequeños e iban creciendo en tamaño. De granos de polvo a condruilas, de condruilas a pequeñas rocas, de pequeñas rocas a planetesimales, de planetesimales a planetoides y de éstos a planetas. En esta especie de selección darwiniana en la que los cuerpos mayores atraían e incorporaban a los menores, se pasó de una población inicial de miles de millones de cuerpos pequeños a una población final de un puñado de planetas. Este proceso no fue tranquilo. La unión de cuerpos se producía a menudo de forma muy violenta, a base de impactos catastróficos. Las huellas de ello pueden observarse en las partes más antiguas de las superficies planetarias, en forma de innumerables cráteres de impacto. La Luna nos recuerda cada noche que en el origen la violencia fue la norma. De hecho, parece ser que la propia Luna se formó a partir de la Tierra por medio del impacto de un cuerpo grande, que desgajó gran cantidad de material que más tarde se aglutinó para formar la Luna. Aunque el tiempo del gran bombardeo finalizó hace unos 4 000 millones de años, dejando a 9 planetas supervivientes, el Sistema Solar contiene aún muchos residuos en forma de granos de polvo, de pequeñas rocas y asteroides. Son incorporados por los planetas al ritmo de varios miles de toneladas de material al año. Ocasionalmente, cada vez con menos frecuencia, un planeta recibe el impacto de un cuerpo inusualmente grande que deja una profunda cicatriz en su superficie y que, en el caso de la Tierra, puede tener consecuencias catastróficas para la vida.

Durante los primeros tiempos de la Tierra, después de la formación de la Luna, los impactos de meteoritos y planetesimales eran continuos y mantenían la superficie fundida o semifundida, impidiendo la formación de una atmósfera estable. A esta remota época se la llama el Hades. El interior del planeta se



fue transformando: los elementos pesados (hierro, níquel, etc) migraron hacia el centro y formaron un núcleo metálico; los elementos ligeros (silicio, oxígeno, carbono, etcétera.) permanecieron en las capas externas. La energía gravitatoria de la formación del planeta, junto con la liberada por la diferenciación del núcleo, y junto con la liberación paulatina de energía por medio de reacciones nucleares de fisión de los elementos inestables (uranio, por ejemplo), proporcionan la energía y el calor responsables, desde el nacimiento de la Tierra, de la dinámica de su interior. Esta dinámica consiste, en esencia, en el proceso de liberación de todo este calor acumulado, que finalmente es radiado al espacio desde la superficie. Hace aproximadamente 4 000-3 800 millones de años, el número de impactos se redujo drásticamente. La emisión de gases desde el interior terrestre, por medio de volcanes, generó una atmósfera que ya no era destruida continuamente. También, ya sea por la desgasificación del interior terrestre o por la aportación de los cometas que impactaban sobre la superficie, se generaron ingentes cantidades de agua, que empezaron a acumularse. Hubo lluvia, ríos y océanos. Aunque la composición de la atmósfera era muy diferente a la actual, de algún modo había nacido un mundo en cuya capa externa se daban condiciones aptas para el origen y la evolución de la vida, al menos de un determinado tipo de vida basado en la química del carbono.

Fue en este escenario donde se produjo la primera evidencia que los científicos han podido hallar sobre la existencia de seres vivos. Las pruebas son indirectas, ya que no se trata de un ser vivo fosilizado. El lugar donde se encontraron está en la región de Isua, en la parte occidental de Groenlandia y la pista de la vida surgió al investigar con detalle las rocas sedimentarias que forman el paisaje de este lugar.

El choque de un asteroide pudo formar la Luna arrancando la superficie de la Tierra primitiva.