

4^a Edición



NUESTROS GENES

MITOS Y CERTEZAS SOBRE EL PRODIGIOSO FENÓMENO HUMANO

NICOLÁS JOUVE



NUESTROS GENES

NICOLÁS JOUVE

NUESTROS GENES

MITOS Y CERTEZAS SOBRE EL
PRODIGIOSO FENÓMENO HUMANO

ARGUMENTOS PARA EL SIGLO XXI



Colección: Argumentos para el siglo XXI
Director de la colección: Gonzalo Nadal

Nuestros genes. Mitos y certezas sobre el prodigioso fenómeno humano

© Nicolás Jouve, 2023

© Digital Reasons, 2023

4ª edición, 2023

www.digitalreasons.es

info@digitalreasons.es

Serrano, 51 - 28006 Madrid (España)

Diseño de cubierta: BibliotecaOnline SL

ISBN (papel): 978-84-10093-03-4

D.L.: M-32024-2023

ISBN (digital): 978-84-10093-04-1

Ficha bibliográfica: Jouve, Nicolás (2023): *Nuestros genes. Mitos y certezas sobre el prodigioso fenómeno humano*. Madrid, Digital Reasons.

Imprime: Podiprint.

Impreso en España - *Printed in Spain*

Las afirmaciones incluidas en el libro son responsabilidad exclusiva de los autores. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

Índice

Acerca del autor	11
Presentación.....	13
1. El sorprendente mundo de la vida	19
1.1. El Cosmos.....	20
1.2. El origen de la materia y del universo	21
1.3. En busca de una explicación al origen de la vida.....	24
1.4. La Tierra ¿una isla de vida en el espacio infinito?.....	27
1.5. Planetas habitables	28
2. Los seres vivos en nuestro planeta	31
2.1. El surgir de la vida	31
2.2. Los primeros seres vivos.....	32
2.3. El umbral darwiniano.	42
2.4. El florecimiento de los eucariotas	47
2.5. La universalidad del ADN como molécula de la vida.....	52
2.6. Evolución y biodiversidad	53
3. La aparición de la especie humana	59
3.1. La posición taxonómica del <i>Homo sapiens</i> ...	60
3.2. La evolución hasta el <i>Homo sapiens</i>	62
3.3. El <i>Homo erectus</i>	66
3.4. Del <i>Homo antecesor</i> al <i>Homo</i> <i>Heidelbergensis</i>	68
3.5. El origen y expansión del <i>Homo sapiens</i> ¿desde África o multiregional?	69
3.6. Relación del <i>Homo sapiens</i> con <i>Homo</i> <i>Neanderthalensis</i>	73
3.7. El único <i>Homo</i> que ha llegado hasta nuestros días	83

3.8. El desatino del proyecto gran simio	84
4. La singularidad humana.	91
4.1. ¿iguales o diferentes a otros animales?.....	91
4.2. De Homo a humanos	92
4.3. Evolución biológica y evolución cultural.....	101
4.4. Genes y conciencia. De lo material a lo personal.....	106
4.5. La aparición del hombre desde la genética evolutiva.....	111
4.6. La aparición del hombre desde la perspectiva filosófica y teológica	116
4.7. Monogenismo o poligenismo	119
4.8. El por qué y el cómo de cuanto nos rodea.	122
4.9. El principio antrópico.....	129
5. Comparación genómica y singularidad humana	133
5.1. El ADN conserva la historia de la evolución	133
5.2. La composición del genoma humano	137
5.3. La genómica comparada.....	140
5.4. Comparando nuestro genoma con el de nuestros parientes más próximos	142
5.5. El Proyecto Zoonomia	148
6. Las moléculas de la vida.	151
6.1. La molécula del ADN	152
6.2. Un código genético universal.....	162
6.3. Genes, cromosomas y genomas	164
6.4. Los cromosomas humanos.....	169
6.5. La reproducción sexual y la diversidad genética	171
6.6. La fecundación. El «big-bang» de la vida....	175
6.7. La «identidad genética».....	178

6.8. El embrión. Cómo se edifica un ser humano	180
6.9. El genoma, centro regulador del desarrollo	185
6.10. La gemelación	189
7. La transmisión genética	193
7.1. ¿Cómo se transmiten los genes? Genotipo y fenotipo	193
7.2. Genes mayores y genes menores o poligenes	200
8. Genética Humana. Genes, cromosomas y sus alteraciones.....	205
8.1. La Genética Humana	206
8.2. Constitución genética y cromosómica humana	209
8.3. El equilibrio de las dosis génicas	213
8.4. Defectos congénitos	215
8.5. Alteraciones cromosómicas y patologías de causa citogenética	218
8.5.1. Alteraciones cromosómicas numéricas.....	219
8.5.2. Alteraciones cromosómicas estructurales	228
8.6. Genética del desarrollo y defectos congénitos.....	229
8.7. El desarrollo obedece a un programa de regulación genética	232
8.8. Genética y epigenética	240
8.9. Las enfermedades genéticas	244
8.9.1. Enfermedades autosómicas monogénicas dominantes.....	246
8.9.2. Enfermedades autosómicas monogénicas recesivas.....	247

8.9.3. Enfermedades monogénicas ligadas al sexo	248
8.9.4. Enfermedades mitocondriales	253
8.9.5. Enfermedades multigénicas	254
8.10. Las enfermedades raras	256
8.11. El Cáncer	259

9. Genética Humana. Rasgos físicos

y de conducta.....265

9.1. Los genes de la obesidad	266
9.2. Los genes de la longevidad	269
9.3. El color de la piel.....	272
9.4. Genética de la inteligencia	274
9.5. ¿Qué es genético y qué adquirido en el comportamiento humano?	279
9.5.1. El zurdo ¿nace o se hace?	284
9.5.2. El fraude de los «genes de la criminalidad»	291
9.5.3. Un gen que influye en la «agresividad».....	293
9.5.4. La falacia del «gen gay».....	295
9.5.4.1. Estudios neuro-anatómicos	299
9.5.4.2. Estudios genéticos.....	301
9.5.4.3. Estudios con marcadores moleculares	308
9.5.4.4. Desequilibrio hormonal	317
9.5.4.5. La invención del «gen de la espiritualidad»	321

10. ¿Influye el hombre en su propio destino

evolutivo y en el de la naturaleza? 327

10.1. ¿Influye la evolución cultural en la evolución biológica?	327
10.2. Las mutaciones.	337
10.3. Mutaciones espontáneas e inducidas	339
10.3.1. Tipos de agentes mutagénicos	344

10.3.1.1. Errores espontáneos durante la replicación del ADN.....	345
10.3.1.2. La radiación ultravioleta o UV	347
10.3.1.3. Las radiaciones ionizantes	349
10.3.1.4. Mutágenos químicos.....	351
10.3.2. Análisis de la mutagenicidad.....	354
10.3.3. Mutagénesis y sociedad.....	355
11. La manipulación genética.	
Los desafíos éticos	365
11.1. ¿Es todo lo técnicamente posible éticamente aceptable?.....	366
11.2. El primer desafío: La eugenesia social.....	371
11.3. El segundo desafío: La neo-eugenesia	381
11.4. El tercer desafío. De la Ingeniería genética a la transgénesis.....	385
11.5. El cuarto desafío. De la Ingeniería genética a la terapia génica.	387
11.6. El quinto desafío. De la terapia génica a la edición génica	389
11.7. El sexto desafío. De la modificación genética en la línea germinal a la eugenesia transhumanista	397
11.8. El desafío global. La biología sintética	408
Referencias	419
Glosario.....	437

Acerca del autor

Nicolás Jouve de la Barreda es natural de Madrid. Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Complutense de Madrid (1973) y Catedrático Emérito de Genética de la Universidad de Alcalá, a la que se incorporó en 1979. Con anterioridad fue Profesor adjunto de Genética en la Universidad Politécnica de Madrid (1972-77) y Profesor Agregado de Genética en la Universidad del País Vasco (1977-79). Su labor docente en el Departamento de Biomedicina y Biotecnología de la Universidad de Alcalá fue la impartición de cursos de Genética en las Facultades de Ciencias y Medicina y de Genética Evolutiva en la Facultad de Ciencias. Fue Presidente de la Sociedad Española de Genética (1900 a 1994). El Consejo Social de la Universidad de Alcalá le otorgó los premios de investigación (1991) y docencia (1996). Tiene más 200 publicaciones, la mayoría en revistas internacionales de su especialidad. Ha dirigido 21 tesis doctorales. Es autor de varios libros: *Genética* (Ed. Omega, Barcelona, 1989), *Biología, vida y Sociedad* (Ed. Antonio Machado (2004); *Explorando los Genes. Del Big-Bang a la Nueva Biología* (Ediciones Encuentro, Madrid, 2008); *El Manantial de la Vida. Genes y Bioética* (Ediciones Encuentro, 2012); *Las Células madre. Alquimia celular para una nueva Medicina* (Editorial Digital Reasons, Madrid, 4 ediciones entre 2012 y 2023); *El mensaje de la vida. Credo de un genetista* (Ediciones Encuentro, 2020). Es además autor de numerosos capítulos de libros sobre temas de ciencia y bioética. Desde el 2000 a 2010 fue responsable del módulo científico del Curso de Bioética la cátedra UNESCO dirigida por la Prof. M. Dolores Vila-Coro. Fue promotor y primer firmante de la Declaración de Madrid a favor de la vida Humana.

na naciente (17 de marzo de 2009). Socio Fundador y Presidente de CiViCa, Asociación de Profesionales e Investigadores por la Vida Humana (desde mayo de 2009). Imparte clases en el Máster de "Bioética" en las universidades católica de Ávila, Francisco de Vitoria y Rey Juan Carlos de Madrid, de "Genética Clínica y Medicina Personalizada" en la UNIR, y de "Ciencias del Matrimonio y la Familia" del Pontificio Instituto Juan Pablo II de Alcalá de Henares. En 2009 recibió el nombramiento de consultor del Consejo Pontificio para la Familia. Colabora asiduamente en temas relacionados con la Ciencia y la Bioética en medios de comunicación. Desde noviembre de 2018 es Miembro de honor de la Ilustre Academia de Ciencias de la Salud Ramón y Cajal. De diciembre de 2012 a junio de 2022 fue miembro del Comité de Bioética de España.

Presentación

El presente libro, *Nuestros genes. Mitos y certezas del prodigioso fenómeno humano*, trata de ofrecer un panorama general, básico y didáctico sobre la singularidad genética y biológica de la especie humana.

En esta nueva edición de *Nuestros genes*, hemos incorporado una parte inicial dedicada a la creación del universo, la aparición y expansión de la vida en nuestro planeta y el origen del hombre, además de proceder a una ampliación, corrección y actualización de los contenidos de la anterior.

La especie *Homo sapiens* presenta unas características únicas entre todas las especies que pueblan la Tierra, sin dejar de tener una relación natural con el resto de los seres vivientes. Cuando hablamos del "fenómeno humano" nos referimos al ascenso desde el mundo de los seres sintientes, los animales, al de la racionalidad, suceso único y exclusivamente humano. El resultado de esta sorprendente adquisición, que los creyentes atribuimos a la voluntad del Creador en contraposición con los mitos científicistas, es la aparición de un ser que vive de forma consciente y se relaciona y domina su entorno de modo cooperativo y cultural, con un sentido ético y de trascendencia. El ser humano no es un ser más en la naturaleza sino un prodigio que sorprende por su singularidad y debe estudiarse sin desatender la perspectiva espiritual que lo diferencia y que justifica su especial valor y dignidad, y sin perder de vista su naturaleza biológica.

El dinamismo de la Genética desde su establecimiento ha sido tal que, en poco más de un siglo, hemos llegado al conocimiento de la base genética de nuestros rasgos, nuestras enfermedades hereditarias y nuestro genoma en relación con el de los demás se-

res vivos, lo que nos permite distinguir entre lo innato y lo adquirido, derribar mitos y asentar las pruebas de lo que es genuinamente humano. Uno de los objetivos de este libro es precisamente diferenciar entre lo que se debe al patrimonio de nuestros genes y lo que no, pues los genes no condicionan nuestro comportamiento bajo el dominio de la racionalidad y la voluntad personal. No somos autómatas sino seres sociales y morales, capaces de discernir y planificar el modo de afrontar la vida y avanzar en todos los ámbitos de las actividades humanas. Profundizamos en las especiales cualidades de nuestra singular especie, la única en la que cada individuo vive su vida de forma consciente y personal.

Precisamente por la necesidad de discernir entre lo innato y lo adquirido en el ser humano, hemos dedicado los primeros capítulos a exponer lo que sabemos del origen del universo, la vida y el hombre, incluyendo una descripción lo más detallada posible sobre el resurgir de nuestra especie a partir de una serie extraordinaria de acontecimientos, que la ciencia trata de explicar, aunque existen grandes cuestiones que se escapan al mundo de lo experimental.

Los siguientes capítulos tratan de compendiar unos conocimientos básicos de Genética. Se presentan los principios de la transmisión de los genes, su naturaleza físico-química y molecular, su modo de acción y sus tipos. A ello añadimos unos conocimientos genéticos de especial interés en genética humana, que se prestan a falsas interpretaciones. Se describe el inicio y las primeras etapas de la vida humana y se presenta un muestrario de caracteres de interés, como la obesidad, la longevidad, el color de la piel y los ojos, la inteligencia y el comportamiento. Este último, por su particular importancia, exige un especial cuidado a la hora de distinguir qué parte de la expresión fenotípi-

ca se debe al componente genético y cuál puede estar marcado por una influencia ambiental, lo cual no siempre es fácil de analizar en el hombre.

Es preciso no caer en el absurdo reduccionismo de determinadas corrientes del pensamiento que no distinguen entre mente y cerebro, o si se prefiere lo espiritual y lo material. Hoy está de moda afirmar que los actos humanos son el resultado directo del funcionamiento de nuestras neuronas. Este enfoque, profundamente reduccionista, nos conduciría a la suposición de que no somos dueños de nuestros actos, sino que estos serían consecuencia involuntaria de la actividad determinista de las células nerviosas, bajo una red inexplicable de impulsos eléctricos, flujo de iones, moléculas neurotransmisoras y en última instancia de los genes. Un planteamiento que no explica la conciencia y la emotividad que impulsa las manifestaciones genuinamente humanas. No distinguir entre mente y cerebro, alma y materia, es no distinguir precisamente lo más digno y distintivo del fenómeno humano. Lo mental y lo material en el ser humano son elementos integrados en una única sustancia, que es el hombre y coparticipan en la totalidad de nuestros actos. Aunque en lo material, los genes puedan determinar muchos rasgos, es nuestra mente la que determina la respuesta que juzgamos más adecuada en cada momento.

Dado que existe un interés creciente por conocer la base genética de las patologías, las malformaciones y discapacidades, las llamadas enfermedades raras de origen genético, hemos dedicado un capítulo a este importante apartado de la genética médica. Se presenta solo un muestrario de las alteraciones congénitas y las patologías de base genética en el hombre, tanto determinadas por sistemas monogénicos o poligénicos, como ligadas al sexo, con sede en el ADN

mitocondrial, alteraciones cromosómicas numéricas y estructurales y el cáncer, sin pretender ser exhaustivos. Las anomalías genéticas constituyen un campo que conlleva una gran responsabilidad en su diagnóstico y por las acciones a adoptar con respecto a quienes las padecen. La genética humana, basada en el conocimiento de la base hereditaria de las enfermedades y de su diagnóstico precoz, se puede utilizar en una dirección humanitaria. Sin embargo, la exageración del determinismo genético de los rasgos físicos o del comportamiento humano considerados indeseables puede dar lugar a acciones abusivas, eugenésicas, contrarias a la realidad o al respeto a la dignidad del ser humano.

Los dos últimos capítulos los dedicamos precisamente a plantearnos un aspecto inquietante de la actividad del hombre sobre la naturaleza y sobre sí mismo. El primero de ellos se refiere a sí nuestra forma vivir, la llamada evolución cultural, influye en la evolución biológica de nuestra propia especie. Presentamos varios ejemplos de que esto está sucediendo, ya que, por la propia actividad humana sobre la naturaleza y el medio ambiente, se está produciendo una selección artificial inconsciente o indirecta, que puede influir en la frecuencia de las variantes de nuestros genes, con consecuencias que pueden ser positivas para la adaptación ambiental, la esperanza de vida y el bienestar humano. Completa este capítulo un apartado dedicado a analizar las mutaciones. Debemos conocer cómo determinados agentes físicos o químicos, presentes en la naturaleza, pero también fruto de la evolución cultural e industrial, pueden provocar mutaciones capaces de alterar el patrimonio genético humano y del resto de las especies.

El último capítulo va más allá, en lo que a las acciones del hombre sobre sí mismo se refiere, y trata de

revisar los retos de una utilización de los conocimientos atesorados por el avance de la genética desde sus inicios hasta la actualidad. ¿Dónde están los límites de nuestra acción sobre nuestra naturaleza y nuestros genes?, ¿es todo lo técnicamente posible éticamente aceptable? Fieles al enfoque antropológico cristiano, tratamos estos temas con la visión puesta en la defensa de la dignidad propia del ser humano y recordamos las palabras de Benedicto XVI:

«El conocimiento ha traído consigo poder, pero de una forma en la que, ahora, con nuestro propio poder somos capaces al mismo tiempo de destruir el mundo que creemos haber descubierto por completo» (Benedicto XVI, 2010)

En este capítulo reflexionamos sobre los límites que no se han de rebasar, desde la llamada eugenesia social o darwiniana de finales del siglo XIX, pasando por la ingeniería genética, a partir de los años setenta; la neoeugenesia derivada de las tecnologías que permiten hoy analizar el ADN del no nacido y decidir sobre su destino; la transgénesis; la terapia génica; la edición de genes mediante la tecnología del CRISPR-Cas9; la biología sintética, etc. Todo un conjunto de actividades de manipulación de los genes con toda clase de finalidades, algunas negativas para la vida humana o extremadamente arriesgadas de cara a las futuras generaciones. Como ocurre con el transhumanismo, que utópicamente trata de mejorar radicalmente a los seres humanos, como individuos, como sociedad y como especie. Exponemos en este capítulo una crítica a muchas de estas aventuras tecnológicas que tratan al ser humano desde una concepción materialista y reduccionista.

Dedico este libro a todas las personas y organizaciones que defienden la dignidad y la vida de los más

indefensos, los concebidos no nacidos, los discapacitados y las personas dependientes. Un agradecimiento muy especial y la dedicatoria de este libro a María Consuelo Soler, mi querida esposa, fallecida el 13 de Julio de 2014, con la que he compartí mi vida durante cuarenta y cuatro años. Bióloga como yo, fue en todo momento mi apoyo e inspiración, un precioso regalo como persona y un ejemplo de una vida llena de fe, ilusión y cariño hacia el autor y nuestros tres hijos Pablo, Javier y Carlos. Este libro es fruto también de su visión de la biología y de la genética y un homenaje al verdadero sentido de la vida humana.

En Alcalá de Henares a 15 de agosto de 2023

1. El sorprendente mundo de la vida

Cuando caminamos por un prado florido en primavera, o levantamos la mirada en una limpia noche estrellada, o cuando observamos las olas que se levantan sobre la superficie del mar y se estrellan sobre las rocas de un acantilado..., cuando desde lo alto de una montaña dirigimos la mirada al horizonte inalcanzable..., cuando nos sumergimos y contemplamos el trepidante espectáculo de luz, vida y color de un arrecife..., cuando finalmente pensamos en nuestra propia realidad de vida y la de las personas que nos rodean, y saltamos la barrera de lo cotidiano o de la rutina de un trabajo que nos absorbe y obsesiona..., surgen en nosotros dos tipos de emociones, la primera de asombro y la siguiente de curiosidad.

Para el asombro no hay antídoto, es una reacción emocional suscitada por algo que admiramos y nos parece extraño, incluso que desborda nuestra comprensión y que induce nuestro deseo de comprender. ¿Cómo hacerlo? Resolver nuestra curiosidad implica en primer lugar analizar con detenimiento la realidad que queremos comprender. Afortunadamente los humanos tenemos un instrumento extraordinariamente eficaz para analizar y establecer relaciones entre los hechos que observamos y sus causas. Somos seres reflexivos y dominadores del medio que nos rodea sobre el que podemos pensar, actuar y sacar conclusiones. El pensamiento abstracto y la experimentación son las principales fuentes que pueden satisfacer todo lo que nos asombra y suscita nuestra curiosidad. Por ello, es necesario empezar poniendo en su sitio el papel de la ciencia.

El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, define la ciencia como el *conjunto de co-*

nocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente.

El problema es que hay preguntas que no se pueden contestar utilizando solo el método experimental. ¿Cómo explicarnos el origen de la materia, la vida y el hombre?, ¿qué ha hecho posible la existencia de todo lo que nos rodea?, ¿cuál es la causa de la aparición de todo?, ¿existen límites en el espacio y el tiempo?, ¿qué es la vida?

Ante tantas preguntas de difícil respuesta, es necesario empezar por tratar de comprender, o al menos explicar, cómo se ha producido el escenario que nos envuelve y del que formamos parte desde nuestra aparición en algún momento y tras unas circunstancias objetivamente analizables. Es decir, si nos es difícil comprender las causas últimas de todo, empecemos por tratar por describir y explicar el cómo de los fenómenos naturales cuya elucidación permita siquiera acercarnos a entender nuestra realidad en el mundo. Estas son las dos grandes cuestiones, el por qué y el cómo. La primera se escapa de la experimentación, es el campo de la filosofía, la metafísica y la teología, la segunda nos introduce en el mundo de la ciencia. Veamos en primer lugar, este campo para luego, conocidos los hechos, tratar de situarnos en la comprensión de sus causas.

1.1. El Cosmos

Llamamos cosmos a toda la materia y el espacio existente exterior a la Tierra, es decir el universo considerado en su conjunto. Se cree que el universo tiene al menos 10.000 millones de años luz de diámetro y con-

tiene millones y millones de galaxias que se han ido expandiendo desde su creación en el Big Bang hace unos 13.800 millones de años.

Siendo el universo la primera realidad que nos rodea y nos sorprende, la gran pregunta que nos asalta es cómo y cuándo se originó. Ninguna otra incógnita existencial es más importante ni ha provocado mayor debate desde los orígenes de la humanidad y en especial de la ciencia sistematizada en el Renacimiento. Pero nadie estaba allí cuando comenzó todo, por lo que nadie puede revelar lo que sucedió. Todo lo que tienda a explicar los orígenes del cosmos se ha de basar en teorías respaldadas por la observación del universo actual.

1.2. El origen de la materia y del universo

En los últimos años, son muchos los trabajos de físicos teóricos que han tratado de explicar el origen de la materia y de la energía, partiendo de la teoría del Big Bang, formulada en 1927 por el sacerdote católico belga, físico y astrónomo, George Marie Lemaître (1894-1966). Según esta teoría el universo podría haberse iniciado en un determinado instante, hace entre 13.000 y 15.000 millones de años, a partir de un punto pequeño y compacto, un átomo primordial, que explotó y vertió sus partículas que se irían expandiendo desde entonces por el inmenso espacio (Lemaitre, 1927)

Los defensores de esta teoría sostienen que toda la materia y la energía del cosmos conocido estaban aglomeradas en ese núcleo primordial, pequeño y compacto que explotó, de modo que la materia y la energía entonces eran lo mismo.

Tras la explosión, se formó una bola de fuego que expulsó la materia y la energía a velocidades que se acercaban a la velocidad de la luz. Desde entonces ambos componentes del mundo físico comenzaron a separarse y a convertirse en entidades distintas. La expansión fue predicha por Albert Einstein (1879-1955) en la teoría de la relatividad. Todos los diferentes elementos del universo que nos envuelven hoy, las galaxias, estrellas y planetas, proceden de esa explosión primigenia y mantienen un movimiento expansivo desde el momento en que tuvo lugar, alejándose unos de otros en todas las direcciones a gran velocidad.

Que el universo se expande, fue además demostrado por el astrónomo americano Edwin Hubble (1889-1953), al observar desde el observatorio de Mount Wilson en California, que las estrellas cefeidas se alejan de nosotros a una velocidad proporcional a su distancia.

Tras la gran explosión, al expandirse y enfriarse el universo, se llegaría a una temperatura de unos 270°C bajo cero, generando una radiación electromagnética, conocida como radiación cósmica de microondas.

Esta radiación fue detectada en 1965 por los astrónomos Arno Penzias (n. 1933) y Robert Wilson (1914-2000) –Premios Nobel de Física de 1978– al escuchar una fuente de ruido de fondo en el espacio. El descubrimiento de la radiación del fondo cósmico supuso la prueba definitiva para la aceptación de la teoría del Big Bang. Los observatorios espaciales, como el COBE en 1992 y el WMAP en 2004, o el moderno telescopio espacial James Webb desde 2022, han sido capaces de obtener unas imágenes espectaculares del universo en expansión. Lo que sugieren todas estas imágenes es que el universo fue más pequeño, más denso y más caliente en el pasado, como lo indica la disminución de la intensidad de la señal en sus extremos.

En la década de los ochenta, el físico y cosmólogo del Instituto Tecnológico de Massachusetts Alan Guth (n. 1947) formuló la teoría inflacionaria, que fue ampliada por el ruso Andrei Dimítriyevich Linde (n. 1948), basándose en estudios sobre campos gravitatorios fortísimos, como los que hay cerca de un agujero negro. Según esta teoría una vez producida la gran explosión y creada la materia, el universo se expandiría de forma acelerada.

Aceptado que el universo tuvo su origen merced al Big Bang, Alan Guth, intentó explicar sus primeros instantes. La teoría inflacionaria es una modificación de la teoría del Big Bang convencional, que propone que la expansión del universo fue impulsada por una fuerza de repulsión gravitatoria generada por una exótica forma de materia hace unos 13.700 millones de años. Esta medida ya es de por sí un dato asombroso, pero más lo es pensar lo que ha sucedido desde entonces. Considerando todo el conjunto del espacio que nos rodea se calcula la existencia de 100 mil millones de galaxias, cada una de las cuales contiene, en promedio, unos 200 mil millones de estrellas. Ante estas cifras deducidas de la observación, cabe hacerse una pregunta que aún no podemos responder ¿habrá vida en otros lugares del cosmos? Y de haberla ¿será esa vida semejante a la que un día emergió en nuestro planeta? Volveremos sobre esta gran incógnita un poco más adelante.

En su obra *El Gran Diseño*, el cosmólogo inglés Stephen Hawking (1942-2018) señalaba que las leyes de la naturaleza nos dicen cómo se comporta el universo, pero no responde a las preguntas de ¿por qué hay algo en lugar de no haber nada? o ¿por qué existimos?, y expone que la respuesta de muchas personas de que puede ser un Dios el que lo creó todo, nos lleva a formular una nueva pregunta sobre qué o quién

creó a Dios. Es decir, volveríamos a la eterna pregunta sobre la causa del origen de todo. Hawking reconoce que nuestras respuestas están limitadas por nuestra capacidad de conocimiento: «Tal como en nuestro universo, en el juego de la vida la realidad depende del modelo que utilicemos» (Hawking, 2010).. Veremos a continuación, algunos intentos de explicación más especulativos que reales, al tiempo que seguiremos aportando los datos sobre el origen de la materia y el universo, asumiendo como Hawking que hay un límite al conocimiento que la ciencia no nos va a desvelar.

1.3. En busca de una explicación al origen de la vida

La lógica nos dice que antes de existir algo no habría nada y que, una vez que apareció ese algo que llamamos materia, ésta estaba dotada de unas propiedades que la hicieron capaz de desarrollar la formación de partículas atómicas, moléculas y estructuras cada vez más complejas hasta llegar al momento actual y dar lugar a todas las realidades físicas y biológicas que nos rodean.

Fred Hoyle (1915-2001), un astrónomo británico que sostuvo la teoría de la panspermia, según la cual la existencia de vida en la Tierra procede del exterior como fruto de una siembra desde el espacio, decía lo siguiente con relación al origen de la vida: «*La probabilidad de que la vida se originara por casualidad o por azar es tan minúscula que debe rechazarse por absurda [...] el universo refleja una inteligencia llena de propósito*» (Hoyle, 1981).

Richard Dawkins (n. 1941), conocido genetista y divulgador científico ateo, autor entre otras obras de *El*

espejismo de Dios, El gen egoísta o El relojero ciego, dice en una de sus múltiples entrevistas que:

«La Biología es el estudio de cosas complicadas que dan la apariencia de haber sido diseñadas con un propósito [...] los resultados vivos de la selección natural, de manera abrumadora nos impresionan con la apariencia de diseño como si fuesen la obra de un maestro relojero» (Dawkins, 1986).

Dawkins enfatiza en que la supuesta complejidad no es más que pura apariencia y que todo es fruto del azar y de la selección natural.

Al hablar de las realidades que nos rodean es importante hacer una distinción entre las de carácter físico y las de naturaleza biológica. Estas, siendo más complejas, aunque participen de los mismos elementos químicos proceden de la materia inanimada, por mecanismos aún no conocidos, y una vez originadas tienen propiedades especiales que no poseen los objetos inanimados. Fundamentalmente son capaces de reproducirse y generar nuevas formas, es decir mutar. Si bien es cierto que la Biología ha demostrado la certeza y la base molecular de las mutaciones y la veracidad del fenómeno de la selección natural, es absurdo basar el origen de cuanto nos rodea y nos asombra en algo tan carente de significado como la mera casualidad. Desde una perspectiva puramente material, no sabemos responder al por qué de las causas últimas por las que tuvo lugar la aparición de la vida a partir del mundo físico. Pero, ante la ausencia de una respuesta a algo tan vital como el origen de la vida, e incluso de la vida inteligente, no sirve responder con la trivialidad de que todo es fruto del azar. El italiano Carlo Rubbia (n. 1934), Premio Nobel de Física de 1984, señalaba que:

«La forma más grande de libertad es la de poder

preguntarse de dónde venimos y a dónde vamos [...] No existe forma de vida humana que no se haya planteado esta pregunta. Y no hay sociedad humana que no haya intentado de alguna manera darle respuesta. Fallar este compromiso es una pérdida, una deshumanización, un mecanismo interno de autocastigo» (Rubbia, 1987).

¿Pueden ser fruto del azar o la casualidad obras tan extraordinarias como una sinfonía de Mozart o de Beethoven; el Quijote de Cervantes; las Meninas de Velázquez; o la Capilla Sixtina de Miguel Ángel? Imposible ¿verdad? Pues pensemos que, cualquier estructura biológica, como la molécula del ADN, un virus, una célula por sencilla que nos parezca, encierra más complejidad que la obra de arte más impresionante que podamos admirar. Cuanto más la vida humana, con sus extraordinarias capacidades intelectuales muy por encima de cualquier otra criatura viviente. Pero claro, una cosa es hablar de obras humanas y otra muy distinta hacerlo de una naturaleza inmensa y comprensiva de todo, incluido el propio ser humano producto final de un proceso evolutivo que en el mundo en que vivimos arrancó hace cerca de 3.800 millones de años.

Las principales preguntas de la ciencia en relación con el fenómeno de la vida, se refieren a cómo se pasó de la materia inorgánica a la orgánica, de esta a los seres vivos, para después diversificarse y generar millones de especies hasta que, entre estas, surgió la vida inteligente. ¿Hay una explicación más allá de lo que la ciencia puede investigar?

Una mirada profunda a nuestro interior nos dice que hay algo más trascendente que desborda las pequeñas y grandes realidades del cosmos. El origen del mundo con todas sus circunstancias, cuyo origen no se puede explicar por casualidad, adquiere senti-

do cuando se reconoce en él un Creador, que no solo produjo la materia, sino que la dotó de la capacidad de seguir un proceso dinámico, un aumento de complejidad, hasta llegar a la aparición de la vida y su evolución para dar lugar al gran abanico de formas que la componen, en una de cuyas ramas apareció la vida humana.

1.4. La Tierra ¿una isla de vida en el espacio infinito?

Centrémonos ahora en lo más próximo, la Tierra en que vivimos. Se trata de un planeta de tamaño medio que se emplaza en un rincón de una galaxia situada en un sistema sideral, la Vía láctea, a su vez situada entre billones de galaxias.

Entre los principales interrogantes que nos asombran y nos hacen explorar hasta donde se puede, se encuentran los relacionados con las circunstancias que hicieron posible la propia existencia de un planeta habitable como la Tierra, que parece pensado para dar origen y albergar la vida.

La consolidación de la Tierra tuvo lugar hace unos 4.400 millones de años. Tras ello, los primeros mil o dos mil millones de años de su existencia debieron ser geológicamente muy inestables, con constantes colisiones de meteoritos, hasta que, tras un proceso lento de enfriamiento, se transformó y se crearon las condiciones necesarias para que brotase la vida.

La Tierra es un planeta que goza de unas condiciones asombrosamente idóneas para la aparición de la vida y su posterior expansión en las formas y manifestaciones más diversas. Está a una distancia adecuada del sol como para permitir la existencia del agua líquida sobre su superficie. Tiene el suficiente volumen y

gravidad como para retener una atmósfera gaseosa y para que su magma incandescente interno suponga una fuente de calor y de actividad geológica cambiante. Es un planeta que por sus características goza de la existencia de un mosaico extraordinariamente diverso de ambientes propicios para la adaptación de todo tipo de formas de vida.

1.5. Planetas habitables

La cuestión sobre la existencia de vida extraterrestre requiere antes conocer la existencia de otros planetas cuyas condiciones fuesen semejantes a las de la Tierra, especialmente en lo que respecta a su tamaño, distancia a la estrella alrededor de la que orbita, carácter rocoso y existencia de agua. Todas estas condiciones son muy complicadas de averiguar y muy dependientes de los medios técnicos para investigarlas.

Un modo de hacerlo es mediante la observación astronómica facilitada con los observatorios espaciales, como los que se vienen utilizando en las últimas décadas por la NASA, Hubble (1990), Spitzer (2003), Kepler (2009) y más recientemente el James Webb (2021) resultado de un consorcio internacional.

Desde 2006, la NASA ha desarrollado la misión Kepler, con base en el Centro de Investigación Ames, en Moffett Field, en California. Se trata de investigar planetas de nuestra galaxia semejantes a la Tierra fuera del sistema solar desde un observatorio espacial. Se trata de estudiar el tránsito y detectar la llamada firma de estos exoplanetas. El tránsito ocurre cada vez que un planeta atraviesa la visual de la estrella alrededor de la que orbita, de modo que se bloquea parte de la luz que esta emite, lo que genera un oscurecimiento transitorio. El análisis de esta firma periódica permite

detectar el exoplaneta y calcular sus características físicas y su órbita.

En 2014, el observatorio espacial Kepler, descubrió el primer exoplaneta de tamaño y características semejantes a la Tierra en cuanto a su habitabilidad. Este planeta, llamado Kepler-186f, está ubicado en el sistema Kepler-186, a alrededor de 500 años luz de la Tierra, en la constelación del Cisne, tiene una órbita de 130 días alrededor de una estrella enana M, o enana roja, una clase de estrellas que conforman el 70 por ciento de las estrellas de la Vía Láctea.

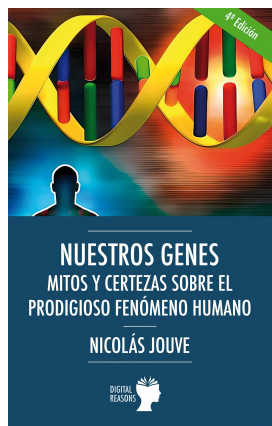
Tras ese hallazgo, en 2020, se descubrieron otros planetas situados en una zona habitable, por el telescopio Spitzer, dentro del programa TESS (Satélite de Sondeo de Exoplanetas en Tránsito) de la NASA. Estos planetas, denominados TOI 700 d y e, orbitan alrededor de una pequeña y fría estrella enana M, denominada TOI 700, ubicada a unos 100 años luz de distancia en la constelación austral de Dorado. El estudio del tránsito alrededor de esta estrella desveló estos planetas, entre otros, cuyas condiciones serían adecuadas para permitir la presencia de agua líquida. Tienen un tamaño similar o poco inferior a la Tierra y su hallazgo, ha sido clave para el desarrollo de las condiciones que deben tenerse en cuenta en futuras observaciones.

En la actualidad, el número de exoplanetas registrados por la NASA supera los 5000. Sin embargo, la gran mayoría de ellos por sus características físicas no serían habitables, al tratarse de planetas gaseosos o por ocupar órbitas difícilmente compatibles con la existencia de vida.

Naturalmente, el conocimiento de la existencia de planetas con unas condiciones semejantes a las de la Tierra abre todo tipo de expectativas a la existencia de vida extraterrestre, pero de momento no se cono-

cen aún muchos detalles de las características físicas y geológicas de estos mundos, Mientras se sigue investigando debemos conformarnos con lo que está a nuestro alcance respecto a las condiciones que dieron lugar al origen de la vida en nuestro planeta. La ciencia tiene por misión desvelar los fenómenos naturales y, sin duda, el primero y más inquietante de todos es el fenómeno de la vida.

¿Quieres seguir leyendo?



Acabas de leer el primer capítulo de *Nuestros genes*, de Nicolás Jouve. El libro completo tiene 11 capítulos: un panorama didáctico de la singularidad genética y biológica de la especie humana, desde el origen del universo y de la vida hasta los desafíos éticos de la manipulación genética.

Comprar el libro completo ›

bibliotecaonline.es/nuestros-genes

QUÉ ENCONTRARÁS EN EL LIBRO

- **El universo, la vida y el hombre.** El origen del cosmos y de la vida, los primeros seres vivos, la aparición de Homo sapiens y lo que hace singular al ser humano.
- **El genoma y las moléculas de la vida.** La comparación genómica con nuestros parientes más próximos, el ADN, el código genético, la fecundación, el desarrollo embrionario y la transmisión de los genes.
- **Genética humana.** Alteraciones cromosómicas, enfermedades genéticas y raras, cáncer, y qué es genético y qué adquirido en la obesidad, la longevidad, la inteligencia y el comportamiento.
- **Los desafíos de nuestro tiempo.** La influencia de la evolución cultural en la biológica, las mutaciones, la eugenesia, la terapia y edición génica (CRISPR-Cas9) y la biología sintética.

Incluye un glosario final y referencias bibliográficas.

Digital Reasons

bibliotecaonline.es

pedidos@bibliotecaonline.es

ISBN (papel): 978-84-10093-03-4



Escanea para comprar