



LA MUERTE COMO CORRELATO DE LA VIDA

Héctor Mauricio Mazo Álvarez



Universidad
Pontificia
Bolivariana

Héctor Mauricio Mazo Álvarez

Licenciado en filosofía y letras, profesional en psicología, magíster y doctor en filosofía de la Universidad Pontificia Bolivariana; con producción académica en las áreas de ética, bioética y salud; asesor de trabajos de grado de programas de pregrado y posgrado; docente de la facultad de enfermería, de la Universidad Pontificia Bolivariana; miembro del grupo de investigación en Cuidado, de la Universidad Pontificia Bolivariana y miembro de comités de ética de la investigación en la ciudad de Medellín.



La muerte como correlato de la vida

Héctor Mauricio Mazo Álvarez

306.9

M476

Mazo Álvarez, Héctor Mauricio, autor

La muerte como correlato de la vida / autor Héctor Mauricio Mazo Álvarez

– Medellín: UPB, 2022. 199 p.; 14 x 23 cm.

ISBN: 978-628-500-052-2

1. Astronomía - Teología – 2. Hombre prehistórico - 3. Cultura – Historia –
4. Actitud frente a la muerte – I. Título

CO-MdUPB / spa / rda

SCDD 21 / Cutter-Sanborn

© Héctor Mauricio Mazo Álvarez

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

Vigilada Mineducación

La muerte como correlato de la vida

ISBN: 978-628-500-052-2

Primera edición, 2022

Escuela de Teología, Filosofía y Humanidades

Facultad de Filosofía

Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín: Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General: Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

Vicerrector Académico: Álvaro Gómez Fernández

Decano de la Escuela de Filosofía, Teología y Humanidades: Johman Esneider Carvajal Godoy

Director Facultad de Filosofía: Jorge Alonso Bedoya.

Gestor Editorial: Luis Alberto Castrillón

Editor: Juan Carlos Rodas Montoya

Coordinación de Producción: Ana Milena Gómez Correa

Diagramación: Geovany Snehider Serna Velásquez

Corrección de Estilo: Cristian Suárez

Imagen portada: Shutterstock - 531645349

Dirección Editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2022

Correo electrónico: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57)(4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 2167-01-02-22

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

Contenido

Prólogo	7
El comienzo de la vida, el comienzo de la muerte	9
¿Por qué se debe comenzar con la astronomía?.....	11
La vida por fuera de la tierra.....	13
La vida y la muerte comienzan en las estrellas.....	14
La formación de los planetas y su relación en el juego de la vida y la muerte.....	30
Mercurio, el planeta más cercano al Sol.....	34
Venus, la diosa del amor.....	36
Marte, el planeta rojo.....	39
El papel del Júpiter en nuestro sistema solar.....	45
Saturno, el señor de los anillos.....	51
El cinturón de Kuiper y el origen del agua.....	54
Un punto azul en el universo.	
La vida y la muerte en la Tierra.....	59
El impacto Theia y la formación de la Luna.....	61
El bombardeo intenso tardío.....	63
El cámbrico y la explosión de la vida.....	74
La explosión de una estrella.....	77
El devónico y la capa de ozono.....	78
El periodo pérmico.....	81
El mundo jurásico.....	85
El oligoceno.....	90
Los primeros homínidos y sus prácticas alrededor de la muerte.....	93
Los neandertales y su vivencia de la muerte.....	95
Los ritos funerarios y la muerte en los neandertales.....	99
La llegada del homo sapiens.....	103
Las sociedades de cazadores recolectores.....	106

La muerte como experiencia humana:	
un recorrido histórico	112
El mito de Orfeo y Eurídice	
un descenso al inframundo griego	125
Los misterios órficos	129
La muerte en el mundo romano	136
La llegada del mundo cristiano	141
La Edad Media y el <i>ars moriendi</i>	146
La Inquisición	147
La peste negra.....	150
La muerte desde de un dios nórdico	155
El Renacimiento: la vida y la muerte	
como una obra de arte.....	164
La muerte en la modernidad.....	167
 Conclusión.	
Se completa el samsara: la deshumanización	
de la muerte en la cultura contemporánea	174
 Referencias.....	185

Prólogo

UNA DE LAS promesas del mundo moderno fue el desarrollo ilimitado sobre la base de la ciencia y la tecnología. Esa idea de progreso y de bienestar fue el espíritu propio de la modernidad que, en el campo de la medicina con los nuevos conocimientos, el avance de la tecnología médica y las posibilidades de intervención sobre pacientes cada vez más complejos y con enfermedades de difícil manejo, llevó a convertir la muerte en el último reto de la ciencia. Desde la ciencia y la técnica, propias del siglo XX, la muerte se presenta como un suceso que hay que organizar individual y socialmente, de modo que el paciente y la familia sufran lo menos posible el dolor y el sufrimiento, donde las molestias se quieran pasar lo más rápido posible –incluso aisladas en algunas situaciones– mediante un tratamiento que evite los dramas. La muerte cada vez más deja de ser un tema exclusivo del campo religioso y espiritual, y se convierte en un fenómeno científico. Sin embargo, frente a la inmanencia de la muerte misma opera un gran silencio. Y apenas se comienza a comprender el costo de esto.

Una de las consecuencias de esta visión de la muerte es que le pedimos a los profesionales que silencien lo que sienten y sean objetivos a la hora de actuar, como si los sentimientos fueran el enemigo por vencer. La razón y la ciencia son maravillosos, pero pretender acallar los sentimientos es una necedad, no en vano se pide permanentemente humanizar el encuentro con el paciente, humanizar los servicios y hasta humanizar la muerte. Pero, por el contrario, el alto estrés emocional, el síndrome burnout están a la orden del día en el personal de salud.

Quizás lo primero que se debería comprender es que la muerte no se puede olvidar, ni se puede aislar, como un patógeno que se estudia a la luz del microscopio. La muerte debe convertirse en objeto de permanente estudio. Si queremos humanizarla se debe, en primera medida, volverla un objeto de análisis, pero no solo desde el campo biomédico sino desde las ciencias humanas y sociales, desde la teología y la espiritualidad. El problema de la muerte amerita un análisis y un abordaje que sean multisistémicos para que obtengamos una visión integral de la problemática y

desarrollemos nuevos conocimientos. Mientras más. conozcamos la muerte más aprenderemos de la vida.

La muerte no es solamente un signo semiológico; es, por excelencia, un símbolo. Está dado para ser interpretado por los hombres mismos. La muerte está relacionada íntimamente con la vida misma, la muerte de una persona trasforma la vida de otras personas, en algunas situaciones incluso puede transformar a una sociedad entera, el universo nos enseña que la vida y la muerte no son polaridades que se rechacen, la vida se nutre de la muerte, en la muerte se encuentran las semillas de la vida, así como apreciamos la luz solo en presencia de la oscuridad, la majestuosidad de la vida se vive más intensamente en presencia de la muerte, son tantas las condiciones, circunstancias y golpes de suerte para estar donde estamos que tendría que darle un nuevo valor a la vida y la muerte en escala planetaria.

Este trabajo de investigación hace parte de la línea de investigación de Ética y antropología filosófica del Grupo de investigación Epimeleia, de la Universidad Pontificia Bolivariana, en el proyecto “Contextos actuales de la antropología filosófica: perspectivas”. Radicado: 863B-07/17-42

El comienzo de la vida, el comienzo de la muerte

QUISIERA COMENZAR SEÑALANDO lo que decía el filósofo alemán Schopenhauer: “[...] nacimiento y muerte pertenecen igualmente a la vida y se contrapesan. El uno es la condición del otro. Forman los dos extremos, los dos polos de todas las manifestaciones de la vida”.¹ Las condiciones en que se ha desarrollado la vida misma nos muestran la fragilidad de la existencia y lo expuestos que estamos ante la muerte, no solo en términos personales, sino también como especie. La muerte ha sido la compañera de nuestro viaje, algunas veces ignorada, en otras ocasiones olvidada y en muchas otras temida. Cada época, cada cultura son testimonios incorruptibles de dicha experiencia. Así, “la concepción que Schopenhauer tiene acerca de la muerte se remite a expresar que esta no es más que un cambio constante de materia, bajo la permanencia invariable de la forma y esto se expresa por la caducidad de los individuos y la estabilidad de la especie”.²

A los lectores podría parecerles curioso que este ejercicio se remonte al comienzo mismo de la vida en el planeta, pero esto se hace porque la complejidad del entramado entre la vida y la muerte así lo obliga. No hemos sido conscientes de esas delicadas líneas que unen cada experiencia, y la complejidad con que se ha formado la vida en el planeta responde a una serie de hechos que determinan tanto la vida como la muerte. Hoy, más del 95% de las especies que alguna vez pisaron el planeta ya partieron, algunas por hechos cataclísmicos, otras por desastres naturales y muchas otras por razones que aún son desconocidas.

Preguntas como ¿qué hizo posible la vida en el planeta?, ¿hasta cuándo será habitable el planeta?, ¿por qué ciertas formas de vida se

¹ Arthur Schopenhauer, *El amor, las mujeres y la muerte* (Buenos Aires: CS Ediciones, 1998), 53.

² Diana Mejía Buitrago, “La concepción de la muerte en Epicuro”, *Escritos* 20, 45 (2012), 462, <https://revistas.upb.edu.co/index.php/escritos/article/view/6669>.

extinguieron en la tierra?, ¿qué ocurrió en las grandes extinciones?, ¿cómo se relacionan factores como el clima y el hábitat con la vida, la muerte y la evolución de las especies?, ¿cuándo comenzaron los hombres a tener conciencia de la muerte?, ¿otras especies tienen dicha conciencia? orientarán esta primera aproximación al tema de la muerte, comenzando desde una perspectiva muy cercana a la astronomía y a la filosofía, hasta terminar con una perspectiva antropológica, y más específicamente, desde la antropología biológica. Al respecto señala Mejía Rivera que:

La muerte somete a los reinos vegetales, animal y mineral, a los seres unicelulares y a los cuerpos celestes extra galácticos, pero la única que tiene plena conciencia de su muerte es la mente humana y para ello necesito de la previa constitución psicológica del tiempo, porque sin tiempo no hay pasado ni futuro, sino un continuo YA, un permanente presente.³

Por consiguiente, cualquier intento de explicación de las condiciones que hicieron posible la vida y la muerte en el planeta estará íntimamente articulada con la astronomía, por lo menos en esta primera parte. Dichas condiciones no dependen exclusivamente de causas endógenas; muchas de ellas, como se mostrará a continuación, tienen su origen muy lejos de lo que hoy llamamos planeta tierra.

Descubrir que el universo tiene de ocho mil a quince mil millones de años y no de seis mil a doce mil mejora nuestra apreciación de su alcance y grandeza; mantener la idea de que somos una disposición particularmente compleja de átomos y no una especie de hálito de divinidad, aumenta cuando menos nuestro respeto por los átomos; descubrir, como ahora parece posible, que nuestro planeta es uno de los miles de millones de otros mundos en la galaxia de la Vía Láctea y que nuestra galaxia es una entre miles de millones más, agranda majestuosamente el campo de lo posible; encontrar

³ Orlando Mejía Rivera, *Antropología de la muerte* (Manizales: Imprenta Departamental, 1987), 6.

que nuestros antepasados también eran los ancestros de los monos nos vincula al resto de seres vivos y da pie a importantes reflexiones sobre la naturaleza humana.⁴

En otras palabras, la vida y la muerte están profundamente articuladas con esa relación constante que mantiene el hombre con el cosmos, con su casa cósmica que es el sistema solar y con su propio planeta. Dicha relación no solo determina nuestra naturaleza biológica, sino las condiciones en que son posibles la vida y la muerte para nuestra especie.

¿Por qué se debe comenzar con la astronomía?

EN PRIMER LUGAR, observar el cielo no solo ha sido una práctica contemplativa del hombre; este lo ha hecho porque necesitaba orientarse en la noche, porque le servía para encontrar su rumbo en el mar, porque quería aprender a medir el tiempo o porque quería explicar lo que hay en el mundo. Desde las primeras representaciones realizadas por los *homo sapiens* en las paredes de las cavernas, se tienen imágenes de las estrellas, de nuestro sol, la luna y otros objetos celestes que no solo se encontraban en el cielo sino en el pensamiento de nuestros antepasados. En definitiva, es la capacidad de observación la que determina el conocimiento que el hombre tiene de las cosas.

La observación es la forma más sistematizada y lógica para el registro visual y verificable de lo que se pretende conocer; es decir, es captar de la manera más objetiva posible, lo que ocurre en el mundo real, ya sea para describirlo, analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica; a diferencia de lo que ocurre en el mundo empírico, en el cual el hombre en

⁴ Carl Sagan, *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad* (Barcelona: Planeta, 2000), 24.

común utiliza el dato o la información observada de manera práctica para resolver problemas o satisfacer sus necesidades.⁵

En algún momento, la actitud de observar las estrellas se convirtió no solo en una actividad contemplativa, sino en una forma de relacionar lo que se veía en el firmamento con lo que sucedía en la vida cotidiana; entonces, el hombre aprendió a relacionar la posición de las estrellas con las estaciones, con los eventos climáticos de ocurrencia extraordinaria, como pueden ser las inundaciones, etc. Y a través de esa observación, es capaz de establecer relaciones entre diferentes variables, actitud propia del espíritu de la ciencia moderna.

Lo más visible en el firmamento en el amanecer del hombre primitivo, además de nuestra luna, eran los planetas Venus, Marte, Júpiter y Saturno, los cuales han animado la imaginación del hombre desde hace miles de años. De este modo, la observación de nuestro vecindario cósmico ha llevado a generar una serie de conocimientos muy valiosos; e incluso, hoy seguimos cuestionándonos con temas como la vida en otros planetas.

Hemos aprendido a fijar nuestra atención en otros objetivos como los satélites. Un ejemplo es el satélite del planeta Júpiter, la luna Europa, sobre el que la comunidad científica ha puesto su mirada puesto que en su cara más externa hay evidencias de agua congelada que se quiebra por unas grietas por donde hay expulsiones de grandes cantidades de vapor de agua, lo cual daría cuenta de una actividad interna que puede sostener un océano de agua líquida. Andrew Coates, profesor del Laboratorio de Ciencias del Espacio Mullard de UCL en Surrey, Reino Unido, así lo expresó a la BBC: “el hecho de que haya agua líquida bajo la superficie, lo cual sabemos por misiones anteriores [...], la convierte en *uno de los objetivos más emocionantes para buscar vida*”.⁶ Hoy buscamos la vida orgánica en otros planetas, y, tal vez, estas observaciones nos ayuden a entender cómo comenzó la

⁵ Guillermo Campos y Covarrubias y Nallely Emma Lule Martínez, “La observación, un método para el estudio de la realidad”, *Xihmai* 7, 13 (2012), 49.

⁶ Redacción BBC Mundo, “¿Por qué Europa, la luna helada de Júpiter, es el mejor candidato para encontrar vida extraterrestre en el Sistema

vida en el planeta, prever qué puede salir mal en el futuro y en qué momento deberíamos estar alertas, bajo qué condiciones se podría acabar la vida en el planeta y la importancia de identificar lo que la hace posible.

En 4600 millones de años el planeta ha albergado, por lo menos, treinta millones de especies. Una de las clave de la vida es la presencia del agua en estado líquido. De ahí que lo primero que se busca en otros planetas o satélites es la presencia de agua, como es el caso de la luna Europa, la primera pista en la búsqueda de vida exoplanetaria. Por otro lado, Marte, la luna Europa y Encélado son los grandes objetivos en términos de exploración espacial en los últimos años.

La vida por fuera de la tierra

OTRO PUNTO DE CONEXIÓN entre la filosofía y la astronomía es la búsqueda de vida por fuera del planeta. El hecho es que siempre se busca si hay vida inteligente, seres capaces de manipular el entorno para su propio beneficio; pero pocas veces esta pregunta considera la posibilidad de buscar formas de vida diferentes, como vida molecular u organismos simples, tal cual como empezó la vida para nosotros.

En 1828 el químico Friedrich Wöhler pudo producir un compuesto solo presente en la orina, la urea, al calentar cianato de amonio. Esto demostraba que la conversión de compuestos orgánicos en inorgánicos podía darse en sentido inverso. Más de 100 años después, en 1953, el estudiante de doctorado Stanley L. Miller, bajo la supervisión del premio Nobel Harold C. Urey, consiguió sintetizar de manera abiótica compuestos orgánicos elementales para la vida: aminoácidos. Lo lograron haciendo reaccionar en un matraz amoniaco,

Solar?", publicado el 27 de marzo de 2017, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39406392>.

metano, hidrógeno y vapor de agua bajo pequeñas descargas eléctricas y durante pocos días.⁷

Pueden existir muchos planetas con condiciones muy hostiles para la vida como se conoce, pero suponemos que hay planetas con condiciones favorables para la vida. El hecho es que tenemos una química orgánica que es común en el universo. Pero ¿cómo evolucionó la vida hasta convertirnos en los seres que ahora somos? Sin lugar a dudas, hay muchas preguntas por vivir y muchas respuestas por comprender.

La vida y la muerte comienzan en las estrellas

LA VÍA LÁCTEA tiene unos 13 600 millones de años, pero mucho antes de que existieran las galaxias, existieron los cúmulos globulares y las agrupaciones de las primeras estrellas. En la actualidad, estas estrellas están ubicadas en el halo, una esfera que rodea el disco de la galaxia, compuesto por estrellas muy viejas y por discos globulares. Las estrellas más jóvenes están ubicadas en el disco debido a la conservación del momento angular cuando el halo comenzó a girar y se formó en este. De ahí que se encuentre una mayor densidad de estrellas en los centros de las galaxias, siendo sus partes periféricas menos densas en cuanto a la cantidad de estrellas que allí se ubican, la forma que puede tener una galaxia puede estar dado por la fuerzas de gravedad y atracción que hay en el universo, pero hay que sumar que las galaxias también adquieren su forma en la medida que engullen a otras galaxias, tal como sucede con nuestra galaxia que, al perecer, está engullendo la galaxia enana del Can Mayor.

El análisis de los datos de Gaia ya nos ha brindado varias sorpresas. Hemos aprendido que hace unos 10.000 millones de años, la vía láctea colisionó y se fusionó con otra galaxia

⁷ Fernando Pérez Cervantes y Ulises Iturbe, "¿Existe más vida inteligente en el universo?", *Herreriana*, 1 (2015), 23, <https://bit.ly/2N1OpiK>.

cuatro veces menor. Y que, en época mucho más reciente, el paso de una galaxia enana desencadenó la perturbación de las órbitas de numerosas estrellas del disco que aún podemos observar. Tanto la cantidad como la precisión de los nuevos datos están permitiendo analizar los procesos de evolución estelar como nunca antes, y ya han revelado algunos tipos de estrellas no predichos por los modelos teóricos.⁸

Se calcula que dentro de 3800 millones de años nuestra galaxia colisionará con la galaxia de Andrómeda, lo cual podría afectar directamente muchas estrellas, incluyendo el Sol; incluso, puede ocurrir que desplace la estrella de su vecindario o que colisione con otra estrella, aunque esta sería una posibilidad muy remota.

Las galaxias primitivas diferían de las actuales. Eran mucho más limpias, ya que se componían principalmente de hidrógeno y helio gaseoso. Con el tiempo, sus estrellas fueron fusionando esos átomos para formar elementos más pesados. Y cuando aquellos astros murieron en violentas explosiones de supernova, dispersaron los elementos pesados por las galaxias, enriqueciéndolas con la materia necesaria para crear planetas y vida.⁹

Gracias a los elementos que desplegaron en el universo por la muerte de esa primera generación de estrellas que explotaron en forma de supernovas se formó la vida, tal como la conocemos, en términos orgánicos. Un segundo después de la gran explosión, ya se encontraban algunas de las siguientes partículas: neutrinos, fotones, positrones, protones, electrones y neutrones. En esos primeros momentos la temperatura era de 10^{10} K, pero al descender a 10^9 K, los protones y los neutrones comenzaron a fusionarse para dar origen a los primeros núcleos de deuterio (^2H); y en la medida

⁸ Carme Jordi y Eduard Masana, "El primer mapa 3D de la Vía Láctea", *Investigación y Ciencia*, 510 (2019), 24.

⁹ Dan Coe, "Las primeras galaxias del universo. Un nuevo proyecto ha conseguido adentrarse en una de las épocas más desconocidas de la historia cósmica", *Investigación y Ciencia*, 508 (2019), 28.

que el universo se enfriaba, se favoreció la fusión de núcleos ligeros para formar núcleos más pesados.

Terminó entonces la llamada nucleosíntesis primigenia dando como resultado la aparición de los núcleos de tan solo dos elementos químicos y unos cuantos más en cantidades ínfimas. El hidrógeno (^1H) y el helio (^4He), en proporción 12 a 1, conformaron casi el 100% de los núcleos formados, mientras que en trazas quedaron ^2H , ^3He , ^7Li y muy poco de ^7Be . La materia así formada permaneció por casi 400 000 años en un estado de plasma que contenía a los núcleos que se habían formado y a los electrones libres interactuando fuertemente con los fotones. Aunque los núcleos atómicos ya son estables por debajo de 10^9 K, los átomos neutros aún no lo eran a esas temperaturas. Fueron posibles cuando la temperatura descendió por debajo de 10^4 K.¹⁰

El segundo acto de nucleosíntesis comenzó unos 100 millones de años después del Big Bang, donde el universo continuó su proceso de expansión y enfriamiento, hasta que en las regiones más frías se formaron regiones de helio e hidrógeno, dando lugar a las primeras estrellas. Dentro de cada estrella los núcleos de hidrógeno, es decir los protones, se fusionan con neutrones para formar núcleos de helio de dos protones y dos neutrones cada uno. Este proceso es el que normalmente se da en una estrella, pero dependiendo de la longevidad de la estrella y de su tamaño podrá dar origen a elementos más pesados. En las estrellas de baja masa, luego de la fusión de helio, aparecen los átomos de carbono. Mientras que en las estrellas masivas puede ocurrir algo totalmente distinto.

En las estrellas masivas (las de masa superior a 10 veces la del Sol) pueden llevarse a cabo reacciones de fusión que producen muchos otros núcleos atómicos más pesados que

¹⁰ Sigfrido Escalante y Laura Gasque, "El origen de los elementos y los diversos mecanismos de nucleosíntesis", *Educación Química* 23, 1 (2012), 64, <https://bit.ly/37I9nDj>.

el oxígeno. La gravedad de estas estrellas es tan intensa que, al terminarse el helio, las puede comprimir y calentar lo suficiente para que se inicien reacciones de fusión del carbono, que en las estrellas menos masivas no pueden producirse. Esto da lugar a gran cantidad de elementos aún más pesados: neón, sodio, magnesio, silicio y fósforo, por ejemplo.¹¹

El hecho es que gracias a esta primera generación de estrellas se crearon en el universo los elementos más pesados; luego de las explosiones de las estrellas súper masivas de esta primera generación, aparecieron elementos más pesados esenciales para formas de vida sustentadas en carbono como la nuestra. La explosión de una supernova puede acabar con la vida de un planeta muy lejano, pero es la semilla para el comienzo de la vida en otros lugares, pues no solo recoge y agrupa las nubes de polvo y gas interestelar, sino que entrega esos elementos más pesados que son necesarios para la vida en términos biológicos.

Por otra parte, nuestra estrella tutelar, el Sol, es la que nos posibilita la vida y quien la condiciona. Para algunas civilizaciones, por ejemplo, ha sido motivo de adoración, para otras ha sido motivo de temor; pero en todo caso, nuestra vida está organizada en torno a ella –aunque, como se verá más adelante, también podría arrebatarla fácilmente–. En la Vía Láctea hay 400 mil millones de soles, dentro de todas esas estrellas encontramos nuestro sol, que nos ha proporcionado luz y energía por más de 4500 millones de años. Sin embargo, lo que hoy determina la vida en el planeta también podría marcar el final de esta; en un futuro, la muerte de nuestra estrella marcará inevitablemente la muerte de nuestro planeta. Hoy se sabe que las estrellas nacen en las nebulosas, que están compuestas de gas y polvo, formadas por restos de estrellas moribundas; pero allí donde mueren unas estrellas nacen otras. El juego de la vida y la muerte se encuentra inevitablemente entrelazado en la historia de las propias estrellas. Martínez señala al respecto que:

¹¹ Sigfrido Escalante, Leticia Carigi y Laura Gasque, "El origen de los elementos en tres actos", *¿Cómoves?* Núm 23. (2011), 24.

Hace casi 5 mil millones de años, una estrella naciente, nuestro sol, se encontraba en pleno proceso de formación. La hipótesis actual sobre la formación del sistema solar es la hipótesis nebular. Según esta hipótesis, hace unos 5 mil millones de años el sistema solar se formó a partir de una nube molecular gigante, procedente de la explosión de una supernova que marcó la muerte de una estrella gigante situada en el extremo de uno de los brazos de la Vía Láctea.¹²

De este modo, las estrellas se forman en nubes de hidrógeno molecular, donde la densidad es lo suficientemente grande para formar moléculas de H_2 , pero estas nubes pueden permanecer estables durante muchísimo tiempo y, a ciencia cierta, no se sabe qué es lo que sucede para que comience el proceso de formar una estrella. Donde hay más moléculas de hidrógeno se incrementa la gravedad y se crea un punto de mayor densidad; las moléculas más lejanas se van acercando y la velocidad se va aumentando; como consecuencia, la temperatura en el centro también aumenta. Esta temperatura al comienzo es muy baja como para generar una reacción termonuclear, pero llega un momento dentro de la nube donde hay esferas de gas muy calientes llamadas protoestrellas. En un periodo de 100 000 años la bola de gas se habrá comprimido hasta alcanzar el tamaño de una estrella. Es difícil ver estas protoestrellas porque en este punto todavía no brillan.

El origen del Sol debe buscarse en las nebulosas procedentes del caos inicial. La explosión de estrellas (supernovas) habría provocado una onda de choque capaz de alcanzar la nebulosa de Sol produciendo condensaciones gaseosas, que, a su vez, habrían conducido a la formación de una esfera ya irreversible por efecto de la gravedad. Al aumentar la presión, la esfera se estabilizó convirtiéndose en autopesante en la que la condensación provocó un aumento de temperatura. Al haber suficiente la cantidad de materia, la temperatura

¹² Francisco Martínez Navarro y Juan Carlos Turégano García, *Ciencias para el mundo contemporáneo. Guía de recursos didácticos* (Palmas de Gran Canaria: Canarias, 2010), 116.

pudo llegar a ser tan elevada como para desencadenarse una reacción termonuclear y formarse así una estrella. La reacción nuclear procede de la transformación del hidrógeno (en forma de deuterio y de tritio) en helio, que genera una energía de fusión nuclear.¹³

Aquí lo que sucedió es que la gravedad llevó a que las partículas de polvo se unieran entre sí. En física a esto se le llama ley de conservación del momento angular donde, a medida que se contrae la nebulosa, se conserva la energía en un espacio más pequeño, lo que lleva a que se aumente la velocidad de rotación. En un principio la fuerza de gravedad lleva todo hacia el centro, momento en que podemos hablar de una protoestrella.

Debido a la conservación del momento angular, a medida que la nube se contrae, su zona central comienza a rotar cada vez más rápido. Cuando se ha formado la protoestrella, se crea a su alrededor un disco rotante de gas y polvo a partir del cual se formarán los planetas. Desde hace unos años, un número creciente de observaciones parecen indicar que prácticamente todas las estrellas de la galaxia se encuentran rodeadas por un sistema planetario.¹⁴

Hablamos de una estrella cuando comienza la fusión nuclear. En su mayoría, las estrellas se componen de hidrógeno y helio; pero estos elementos se fusionan para crear elementos más pesados, que generalmente se producen con la explosión de las supernovas.

Las supernovas aparecen con cierta frecuencia, en términos de tiempo cósmico, en nuestra galaxia. Sin embargo, no podemos verlas porque están escondidas en las oscuras nubes de polvo galáctico. Cuando una estrella gigante se convierte en supernova, la enorme explosión nuclear lanza las capas

¹³ Guy Coutellier, "La canción del sol y las estrellas", *Dyna*, 83 (2008), 145.

¹⁴ Rafael Bachiller, "El origen astroquímico de los planetarios y la vida. Nuevas observaciones, modelos y experimentos de laboratorio comienzan a revelar nuestras raíces químicas en el cosmos", *Investigación y Ciencia*, 463 (2015), 53, <https://www.investigacionyciencia.es/files/19551.pdf>.

exteriores de la estrella al espacio a velocidades altísimas. También se liberan grandes cantidades de radiación y se producen unos rayos cósmicos mortales.¹⁵

Hoy podemos decir que el sistema solar comenzó con la explosión de una supernova, cuya onda explosiva llevó a que se comprimiera el gas de las nebulosas más cercanas, la explosión de una super nova lanza elementos al espacio como el carbono y el oxígeno que en nuestro caso son fundamentales para la vida y su onda expansiva lleva a que estos elementos se comiencen a agrupar dando origen a una nueva estrella, solo que más rica en elementos. No se puede comprender el comienzo de la vida de una estrella sin entender el final de otra estrella. Ambos procesos están directamente relacionados. De este mismo modo, la vida a nivel biológico siempre está en riesgo de llegar a su final por los rayos gamma de una supernova, explosiones que pueden durar desde unos nanosegundos hasta unas horas. La dimensión de estas explosiones y los rayos que despiden pueden llegar a ser una de las fuerzas más letales del universo.

Entender la cadena de procesos que llevan al nacimiento de una estrella constituye otra de las grandes cuestiones abiertas en astrofísica. Es durante la formación del astro cuando se determina el valor del parámetro que más influirá en su evolución posterior: su masa. A medida que aumenta la masa de una estrella; se incrementa su luminosidad y se reduce su esperanza de vida. Así mismo, su temperatura interna crece con la masa, lo que permite la síntesis de elementos más y más pesados a partir de las reacciones nucleares que se desencadenan en el seno del astro. Mientras que el Sol únicamente produce helio y carbono, una estrella cinco veces más masiva brillará con una luminosidad 300 veces mayor y se sintetizarán todos los elementos químicos hasta el hierro. La génesis de elementos aún más pesados tiene lugar en las

¹⁵ Mohammad Badii y José Luis Abreu, "¿Por qué ocurre la extinción de las especies?", *Daena: International Journal of Good Conscience*, 3,1 (2008), 615-616, <https://bit.ly/3dWeBXS>

estrellas que, debido a su descomunal tamaño acabarán sus días explotando como supernovas.¹⁶

En un comienzo, la protoestrella se va comprimiendo, y pueden pasar tres cosas. La primera es que si la masa de la estrella no es muy grande (más pequeña que Júpiter), las moléculas no logran la fusión o transformación de los átomos de hidrógeno y la temperatura no alcanza el punto necesario para la transformación de los isótopos de hidrógeno; en este caso se forma un planeta gigante de gas, que nunca llega a brillar con luz visible y su superficie está a menos de 1.000 K. Sin embargo, la estrella fallida sigue emitiendo más radiación de la que reciben de su estrella, como este es el caso de Júpiter. Estos gigantes gaseosos pueden llegar a ser de los objetos más viejos del universo, pero sigue siendo un misterio el proceso que forma estos planetas.

Durante siglos ha supuesto un enigma el proceso por el que llegaron a formarse los gigantes gaseosos del sistema solar: Júpiter, Saturno, Neptuno y Urano, mucho más grandes que los planetas rocosos –el primero tiene 318 veces más masa que la Tierra y es 1.400 veces más voluminoso–, pero de una menor densidad debido a su naturaleza gaseosa. ¿Pero todo en ellos es gas?¹⁷

Por consiguiente, si Júpiter hubiera alcanzado una masa de ochenta veces mayor, sería una enana marrón, y estaríamos hablando de un sistema binario, un sistema donde habría dos soles; pero esto no hubiera permitido la formación de la Tierra ni de ningún planeta, ya que la fuerza gravitatoria dos estrellas a la distancia del Sol con Júpiter no lo hubiera permitido. Sin embargo, en el caso de las estrellas binarias debemos tener en cuenta lo siguiente:

¹⁶ Paolo Saraceno, "El universo invisible de Herschel", *Investigación y Ciencia*, 437 (2003), 64-65.

¹⁷ Miguel Ángel Sabadell, "El enigma de los planetas gigantes", *Muy Interesante*, <https://bit.ly/30TYdng>.

Si las estrellas que componen un sistema binario se encuentran muy alejadas una de otra (con un periodo orbital de, pongamos por caso, cientos de años), se comportarán de modo muy similar a como lo harían si estuviesen aisladas. Un planeta podrá orbitar en torno a una de ellas y, en general, no se verá muy afectado por la otra. Tales planetas reciben el nombre de circunestelares o de tipo S. Durante la pasada década se han descubierto decenas de ellos, la situación gana interés cuando ambas estrellas se encuentran tan próximas entre sí que apenas tardan semanas o días en completar una órbita. En tal caso, para que la trayectoria de un planeta se mantenga estable, este debe orbitar alrededor de los dos astros a la vez, además, los cálculos numéricos muestran que la distancia media entre el planeta y el sistema binario puede superar cierto valor crítico. Si el objeto se halla demasiado cerca de las estrellas, estas acabarán engulléndolo o expulsándolo al espacio exterior, la separación mínima que garantiza la estabilidad asciende a unas dos o tres veces la distancia que media entre las estrellas, estos planetas se denominan circunbinarios, o de tipo P, aunque los planetas que orbitan en torno a estrellas aisladas o muy separadas de su compañera resultan bastante frecuentes.¹⁸

Pero si la masa de la protoestrella es de entre trece y ochenta veces la de Júpiter, las moléculas se pueden apretar hasta un número crítico de un millón de K, llevando a que se encienda nuclearmente, produzca radiación como Júpiter, pero no se pueda encender como nuestro Sol. Estas estrellas se conocen con el nombre de enanas marrón, aunque no sea realmente su color, pues dependiendo de la temperatura y composición, la luz emitida puede ser naranja, magenta o roja. En sus núcleos, ni la temperatura, ni la presión son como la de las demás estrellas y por eso no alcanzan una gran luminosidad, y con el paso del tiempo se van apagando y enfriando.

¹⁸ William Welsh y Laurance Doyle, "Mundos con dos soles", *Investigación y Ciencia*, 448 (2014), 25.

El descubrimiento de los primeros exoplanetas, es decir, planetas fuera de nuestro sistema solar, coincide en tiempo con el de las enanas marrones y, además, hay un solapamiento entre ellos en propiedades importantes, como ya veremos, con lo que una parte considerable de la ciencia de ambos se ha desarrollado en común. Muchas veces ha ocurrido que proyectos centrados en buscar exoplanetas han dado como resultado el hallazgo de una enana marrón y viceversa. Además, está la muy atrayente idea, muy de moda en los últimos años, de la búsqueda de planetas tipo la Tierra alrededor de enanas marrones.¹⁹

Ahora bien, si la masa es superior a ochenta veces la de Júpiter, entonces comienza la fusión de hidrógeno y, por ende, la vida de la estrella. La temperatura de la superficie puede ir desde 2.000 K hasta 50.000 K según el tamaño y la densidad de la estrella. En estas nuevas condiciones las estrellas pueden ser de color rojo o amarillo, como nuestro sol, y azules, como las más grandes.

Pero además de los colores, las estrellas se pueden clasificar según su brillo, temperatura y tamaño. El diagrama HR (tipo espectral y magnitud absoluta) es el más común para clasificar las estrellas. En el tipo espectral encontramos la clasificación según su color y temperatura, comenzando con las más frías y longevas, las tipo M, como las enanas rojas; las de tipo G, como el Sol; hasta las gigantes azules, que son las más calientes y de vida más corta, como las de tipo O.

Nuestro Sol, una estrella estudiada de manera exhaustiva gracias a su proximidad a la Tierra, es lo que podemos considerar como una estrella normal. Vamos a introducir las propiedades espectrales generales de las estrellas a través él. El radio del Sol es de 696.000 km, está a una distancia media de la tierra de 149,6·10⁶ km (que es la distancia que definimos como *unidad astronómica*) y su masa es 1,99·10³⁰ kg.

¹⁹ María Cruz Gálvez Ortiz, *Enanas marrones* (Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2018), 8.

Además, sabemos que tiene un movimiento de rotación sobre su eje, dando una vuelta en 26 días terrestres cuando se observa desde la tierra, y fuertes corrientes de convección entre las diferentes capas que lo forman.²⁰

Nuestra estrella tutelar es la que permite la vida gracias a la luz y al calor que emite, pero en cualquier momento el Sol la pueda quitar. Un ejemplo de ello se dio en diciembre de 2003, cuando liberó una cantidad de energía igual a 200 000 mil millones de bombas atómicas, generando una de las mayores tormentas solares de las que se tenga registro. El Sol controla en gran medida nuestro clima, nuestra comida y nuestros cuerpos.

En realidad, todas las estrellas comienzan su vida en grupo rodeadas por hermanas de aproximadamente su misma edad de las que, más tarde, se separaran. Lo sabemos porque algunos de estos viveros de estrellas, llamados cúmulos estelares, todavía existen. El de la nebulosa de Orión es probablemente el más famoso: en las imágenes del telescopio espacial Hubble sus estrellas parpadean desde el interior de agitadas nubes de gas y polvo. El de las Pléyades puede verse a simple vista: es una mancha borrosa en la constelación de Tauro.²¹

Igualmente, cada vez se conoce más sobre las variables que pueden romper con ese delicado equilibrio que sostiene la vida. Los científicos comenzaron a hablar de las ondas de *alfvent*, que son las responsables del calentamiento de la corona que calienta el espacio y llena el sistema solar de energía. También se sabe que el Sol tiene estaciones: el mínimo solar y el máximo solar, dos momentos diferentes que pueden afectar la tecnología y el clima. Cada once años la actividad solar llega a sus máximos, cuando se produce mucha energía solar; esto es lo que se conoce como clima espacial. Por otro lado, se tienen las eyecciones de masa coronal

²⁰ Daniel Camarero Muñoz y Arturo García Vesga, "Nombrando las estrellas", *Revista de Ciencias*, 4 (2014), 49, <https://bit.ly/30mjcyP>.

²¹ Steven Stahler, "Origen y evolución de los cúmulos estelares. El cielo nocturno es un campo de estrellas", *Investigación y Ciencia*, 44 (2013), 52.

que son más peligrosas, ya que contienen la misma radiación que se produce en un año pero concentrada en un par de segundos.

Asociadas con el fenómeno de las manchas solares, se pueden observar inmensas protuberancias emergiendo de la superficie solar. Se trata de columnas de material ionizado y a muy alta temperatura (de color rojo profundo) que pueden alcanzar alturas cercanas al millón de kilómetros. Por efecto de los campos magnéticos, frecuentemente las protuberancias se curvan para formar arcos o bucles, por encima de las grandes manchas, que pueden durar varios días.²²

Por lo que uno de los primeros afectados por estas tormentas o eyecciones solares es el campo magnético de la Tierra, ya que cuando las partículas ionizadas chocan con el campo magnético se producen corrientes eléctricas en la atmósfera y esta corriente puede producir muchos inconvenientes como interferir en las telecomunicaciones, afectando la electricidad y, por ende, la calidad de vida de las personas.

El planeta Tierra se encuentra a una distancia de ciento cincuenta millones de kilómetros (unidad astronómica); si estuviera más cerca del Sol, el agua se evaporaría, pero si estuviera más lejos, entonces sería un planeta helado. El calor del Sol toma el agua de los mares y la transporta hacia los continentes, mostrando el agua en sus tres estados. Del mismo modo, la luz solar es fundamental ya que las plantas transforman la luz solar en energía; a través de la fotosíntesis las plantas convierten el agua y el dióxido de carbono en carbohidratos que desprenden oxígeno a nuestra atmósfera. Incluso los seres humanos que, al recibir el sol, utilizamos las reacciones químicas desencadenadas por la energía que hay en la luz solar para que nuestra piel fabrique los ingredientes que componen las vitaminas que necesitamos para sobrevivir. Cada vez más se reconocen los beneficios de la energía solar y se buscan nuevas aplicaciones que tienen como base el uso de esta energía.

²² Bachiller, "El sol: nuestra estrella, nuestra energía", 377-378.

En contraste con fuentes de energía como los combustibles fósiles, que dependen de recursos limitados y acarrear importantes impactos ambientales, la energía solar se recibe de manera natural en todo el globo terráqueo, y su utilización no implica la destrucción del entorno. Existen diferentes tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar, algunas de ellas muy maduras y otras que siguen siendo temas de investigación y que podrían tener impactos muy importantes en el futuro.²³

Dentro de tres mil millones de años, el Sol comenzará su proceso de muerte y cualquier forma de vida en el planeta estará condenada a la extinción. El Sol perderá su equilibrio en la medida que aumente su tamaño; en su proceso de gigante rojo, los planetas más cercanos serán devorados; el agua se evaporará en nuestro planeta; intensas oleadas de calor dejarán a los planetas gaseosos solo con su núcleo rocoso; y la Vía Láctea será irreconocible y muy diferente a como se ve en estos momentos. Es decir, quien encendió la vida inevitablemente la apagará. El Sol en su etapa de gigante rojo no solo crecerá aumentando su masa, también aumentará su temperatura, lo cual hará inviable la vida donde hoy es posible.

Incluso la futura muerte del Sol está adquiriendo una nueva dimensión. Dentro de unos 5 mil millones de años agotará todas sus reservas de hidrógeno, se enfriará y se hinchará hasta convertirse en una gigante cuyo borde exterior podría tragarse la tierra, pero aún se ignora cómo afectará los estertores del Sol al medio interestelar, a la formación de futuras estrellas y a la galaxia en su conjunto. Es posible que el propio Sol se convierta en madre y propicie la formación de nuevas estrellas y quizás se rodee de nuevos planetas antes de morir.²⁴

²³ Camilo Arancibia Bulnes y Roberto Best y Brown, "Energía del sol", *Ciencia*, 17, <https://bit.ly/2Bew7s6>.

²⁴ Rebecca Boyle, "La vida secreta del sol". *Investigación y Ciencia*, 503 (2018), 22.

Llegamos a este mundo sin saber quiénes somos o cómo surgió el universo y sin la menor idea de cómo salir de este aislamiento. Nuestra mejor herramienta es nuestra inteligencia y fruto de esta nuestra habilidad para reconocer patrones, distinguir qué plantas son buenas y cuáles no, qué animales son peligrosos y cuáles no; esto llevó a que los hombres con esta habilidad sobrevivieran más fácil y transmitieran estas características a las futuras generaciones. Miramos el cielo y encontramos cuándo acampar, cuándo mudarnos siguiendo las manadas, cuándo vendrían las lluvias, y empezamos a relacionar la posición de las estrellas con los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, y entendimos que nuestra vida la vivimos acá, en este planeta; pero hoy comenzamos a comprender que la vida y la muerte están íntimamente relacionadas con nuestro universo. Y los nuevos descubrimientos así lo confirman:

¿Podría el Sol, durante esos estertores, formar una nueva familia? En 2016, Hans Val Winckel y Michel Hillen, de la universidad católica de Lovaina argumentaron que las estrellas como el Sol podrían dar lugar en su vejez a una nueva tanda de planetas. Con ayuda del telescopio VLT, en el desierto chileno de Atacama divisaron un disco de polvo alrededor de una estrella moribunda que se asemejaba a los discos protoplanetarios que rodean a las estrellas recién nacidas. Parece, pues, que algunas estrellas sí podrían tener una segunda oportunidad de crear mundos. Sin embargo, parece más probable que esa situación se de en sistemas binarios lo que no es el caso del Sol.²⁵

El Sol será mucho más brillante de lo que es ahora, la Tierra será inhabitable dentro de millones de años. El Sol es nuestra fuente de energía y sin esta fuente no será posible la existencia, al menos que encontremos cómo reemplazar la energía que este nos proporciona. En la medida que aumente la luminosidad del Sol también aumentará la temperatura del planeta, y a medida que la Tierra se caliente, se evaporarán los océanos y comenzará

²⁵ *Ibíd.*, 27.

el efecto invernadero. Hoy se tiene el mejor espejo de esto con el planeta Venus. Cuando el Sol tenga 10 000 millones de años habrá agotado todo su combustible y se convertirá en una gigante roja. Para este momento el mejor lugar para buscar refugio seguramente serán los satélites de Júpiter y Saturno.

De este modo durante la fase inicial de gigante rojo aumentará unas 20 o 30 veces su tamaño y será cien veces más luminoso, en este momento estará fusionando helio, luego de que se agote el helio en el núcleo quedarán carbono y oxígeno. Pero el hecho es que mucho tiempo antes del fin de nuestra estrella, la vida en el planeta ya se habría extinguido. En otras palabras, nuestra estrella que hoy hace posible la vida en un futuro la hará imposible, pero en sus entrañas ya estarán los elementos de los cuales se formarán otras estrellas, otros planetas y quizás en algunos de ellos vida como la conocemos hoy en día.

La muerte de una estrella de tamaño medio como nuestro sol sigue el camino que acabamos de señalar, pero las estrellas supermasivas tienen un final más espectacular. Y es a estas estrellas que se debe el comienzo de nuevas estrellas y la aparición de los nuevos elementos que no son tan comunes en el universo. Aunque en el caso de las estrellas súper masivas su final puede seguir dos caminos totalmente distintos: una explosión de supernova con la aparición de un agujero negro o la aparición después de la explosión de una estrella de neutrones.

Las estrellas de neutrones son el remanente de explosiones de supernovas: el colosal estallido que tiene lugar cuando una estrella de gran masa se queda sin combustible y deja de generar energía. Cuando eso ocurre, la gravedad no encuentra oposición y la estrella se derrumba sobre sí misma, expulsa sus capas externas y comprime el núcleo, que en ese momento se compone principalmente de hierro. La gravedad es tan intensa que, literalmente, aplasta los átomos: los electrones se funden con los protones y los transforma en neutrones. El hierro se comprime 100.000 veces en cada dirección.²⁶

²⁶ Clara Moskowitz, "El interior de las estrellas de neutrones", *Investigación y Ciencia*, 512 (2019), 20.

Es tan grande la densidad que se genera alrededor de una estrella de neutrones que curvan la luz que pasa a su alrededor produciendo un particular efecto luminoso, de tal modo que cualquier cuerpo que se acercara a una estrella de neutrones por su inmensa gravedad experimentaría un incremento en su velocidad —cercano a la velocidad de la luz—, desgarrando posteriormente y vaporizando el cuerpo cercano a la estrella. Hoy los seres humanos deben cuidarse de una falsa percepción sobre la estabilidad que han tenido en un planeta estable en los últimos 12 000, pues hay una larga lista de calamidades que podría sufrir el planeta como sería el cruzarnos en el camino de una estrella de neutrones, lo que destruiría el planeta y lo borraría del sistema solar. En este caso, posiblemente, todo comenzaría con un intenso bombardeo de asteroides y cometas, estrellas que atraviesan el universo a una gran velocidad. Este tipo de amenazas es lo que ha motivado al hombre a buscar nuevas opciones de vida, quizás en otro planeta, incluso en otro sistema solar. En algún punto de nuestra evolución el éxito dependerá de poder terraformar otro planeta y desplazarnos a nuevos hábitats.

La vida en el planeta está íntimamente ligada a nuestro vecindario cósmico, lo que somos los seres humanos es fruto no solo de nuestro proceso evolutivo como especie, también es la historia de nuestro planeta y de nuestro sistema solar. La vida y la muerte no son únicamente experiencias íntimamente ligadas a la especie, más bien están en relación con el universo, pero muy especialmente con nuestro sistema solar. De este modo, la historia de cada uno de los planetas del sistema solar es también nuestra propia historia, de lo que ocurrió en la tierra o de lo que podría ocurrir. Los demás planetas son nuestro espejo y en ellos podemos ver algo de nuestra propia historia. ¿Qué sucedió con sus órbitas?, ¿cómo fue la historia del planeta después de un gran impacto?, ¿qué sucedió después de la desaparición de su atmósfera?, ¿qué sucede si están después de la zona habitable? Todas estas preguntas también son útiles para construir nuestra historia y para entender nuestras posibilidades en futuros hipotéticos.

De este modo, tenemos los planetas del sistema solar. En un comienzo, su movimiento errante llevaba a que los primeros observadores se confundieran; pero fue la observación sumada a la imaginación la que produjo la descripción exacta del sistema

solar. Las estrellas tienen una posición fija en el firmamento, pero había unas estrellas que eran errantes ya que sus movimientos no corresponden a ninguna lógica. De hecho, el nombre *planeta* viene del griego estrella errante. En un comienzo se pensaba que los planetas eran seres vivos y que por eso se comportaban de tal manera.

La formación de los planetas y su relación en el juego de la vida y la muerte

ALGO MUY INTERESANTE sucedió con la formación de los planetas. Estos fueron inicialmente partículas muy pequeñas, que se fueron convirtiendo en objetos más grandes. Este proceso se llama acreción. Fortier nos da la siguiente definición: “[...] el protoplaneta incorpora material de la nebulosa solar. La región de la cual el protoplaneta puede acretar material se conoce como zona de alimentación y corresponde a un anillo centrado en la órbita del planeta”.²⁷ Al comienzo este proceso se da por una fuerza electromagnética, pero cuando las partículas alcanzan el tamaño de una montaña actúa la fuerza de la gravedad.

No mucho después de que naciera el sol y sus hermanas, los granos de polvo que rodeaban a esas estrellas comenzaron a unirse para formar planetas. Al menos en nuestro sistema solar, ese proceso tuvo lugar con rapidez. Los estudios con meteoritos indican que, una vez que la materia sólida se concentró, la primera generación de esteroides apareció en menos de un millón de años gracias principalmente a la desintegración del aluminio 26 los trozos de roca se calentaron y se diferenciaron internamente, con un núcleo de metal y un manto de silicatos. Marte pudo haberse formado en 2 millones

²⁷ Andrea Fortier, “Formación de planetas gigantes en el marco del modelo de inestabilidad nucleada” (Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata, 2009), 86, <https://bit.ly/2AbAGDy>.

de años, y la tierra, entre 38 y 120 millones de años después que el Sol.²⁸

Este proceso continúa y posteriormente se transformará en los planetas:

Los planetas constituyen un subproducto de la formación estelar. Esta se produce en el seno de enormes nubes moleculares con masas de hasta 10.000 veces la del Sol. Algunas de las regiones centrales más densas pueden acabar aglomerándose sobre sí mismas, en un proceso que engendra una brillante protoestrella central rodeada por un anillo de gas y polvo, extenso y opaco, que recibe el nombre de disco planetario.²⁹

En este punto la temperatura de los protoplanetas determinará la composición de los mismos: los primeros, los más cercanos a su estrella serán sólidos y los exteriores serán gaseosos. Se calcula que al comienzo nuestro sistema solar tenía más de cien planetas orbitando alrededor del Sol. Muchos de estos chocaron con otros planetas, otros fueron empujados hacia el Sol y muchos fueron arrojados del sistema solar.

Así, los protoplanetas más próximos al calor fueron mundos sólidos, rocosos y pequeños, sin apenas satélites y con atmósferas tenues, mientras los lejanos y fríos, eran enormes, gaseosos, con multitud de satélites y sistemas de anillos. Esta separación en mundos de roca y cálidos, y mundos gaseosos y fríos es la que ha marcado la pauta en la evolución de los cuerpos del sistema solar. La proximidad al sol, y por tanto, a su pozo de gravedad, también hace que la zona centro de nuestro barrios este poco poblada, con mundo como Mercurio, Venus y la Tierra; mientras que cuanto más nos alejamos a la periferia,

²⁸ Boyle, "La vida secreta del sol", 26.

²⁹ Konstantin Batygin, Gregory Laughlin y Alessandro Morbidelli, "Nacido del caos. Nuevas pruebas indican que las primeras etapas del sistema solar estuvieron marcadas por planetas errantes y violentos episodios de destrucción interplanetaria", *Investigación y Ciencia*, 478 (2016), 20.

la cantidad de cuerpos pequeños y fríos como los cometas o los objetos trasneptunianos aumenta exponencialmente.³⁰

Una vez que se ha formado la estrella, y esta se ha encendido, se dispersa el gas que hay a su alrededor; en ese momento comienza a bajar la temperatura, lo que permitirá la condensación de pequeños minerales. Ha comenzado, así, el mecanismo por el cual se crearán los nuevos planetas. Esta es la denominada hipótesis nebular, la composición de estas partículas sólidas varía según la temperatura y la distancia respecto del Sol. Esto explicaría por qué los planetas rocosos se forman cuando están más cerca de la estrella y los gigantes gaseosos se forman cuando son más lejanos.

En este sistema primitivo, las cosas no pasaron simplemente de pequeñas a grandes. Con frecuencia, objetos de gran tamaño volvieron a disgregarse en otros menores. Si en esa primera época se formaron astros de tamaños planetarios, las colisiones con aquellos cuerpos energéticos y de menores dimensiones pudieron despojarlos de sus capas externas o incluso destruirlos. Los restos habrán alcanzado otros objetos, haciéndolos crecer hasta dimensiones planetarias. Puede que los planetas naciesen, se hicieran pedazos y se reconstruyesen en apenas diez millones de años o incluso menos.³¹

El nacimiento del sistema solar fue extremadamente violento, caracterizado por choques, explosiones permanentes y radiación intensa entre los diferentes cuerpos que lo componían. La teoría nebular propuesta por Kant nos sirve de herramienta para explicar el nacimiento del sistema solar. La fuerza de gravedad hace que todos los cuerpos que giran alrededor del Sol lo hagan describiendo elipses. Pero en la medida que estos cuerpos van ganando volumen son capaces de atraer otros cuerpos alterando sus orbitas y generando colisiones entre ellos. De esta forma,

³⁰ Ángel Gómez Roldán, "El nuevo sistema solar", *Manual Formativo de ACTA*, 49 (2008), 20, <https://bit.ly/2ARh6wj>.

³¹ Linda Elkins-Tanton, "La formación de los planetas del sistema solar", *Investigación y Ciencia*, 485 (2017), 64.

algunos cuerpos se atraen entre sí y forman cuerpos más grandes pasando de asteroides a planetoides. La fuerza de la gravedad hace que cuando el cuerpo pasa de 480 kilómetros de diámetro convierte al cuerpo en una esfera, es por eso que todos los planetas son redondos.

Solo a los diez millones de años de edad alcanzaron los cuerpos del sistema solar un gran tamaño y se mantuvieron así. ¿Qué los confirió la estabilidad necesaria para sobrevivir? Una vez más, parece que la respuesta se encuentra en el tamaño. A medida que los planetesimales chocaban y formaban embriones planetarios mayores, su masa aumentaba y, por tanto, también lo hacía su gravedad. Esta llegó a ser tan intensa que, siempre que sus órbitas lo acercaban a los de otro objeto, o bien lo atraían y lo incorporaban, o bien lo arrojaban lejos. Por tanto, estos planetas en crecimiento comenzaron a despejar sus órbitas, lo que precisamente constituye uno de los criterios usados hoy en día para definir un planeta. De esta manera, los objetos menores cada vez disponían de menos refugios para situarse en una órbita estable y alejada de las perturbaciones causadas por los planetas en crecimiento. Con el tiempo, el cinturón de asteroides se convertía en una de esas pocas regiones seguras.³²

Los planetesimales al comienzo del sistema solar eran muchos, algunos de ellos siguieron creciendo hasta convertirse en los cuatro planetas rocosos que conocemos hoy: Mercurio, Venus, Tierra y Marte. Quizás no fueron los únicos; se cree que algunos planetesimales o incluso planetas fueron lanzados fuera del sistema solar por las interacciones con otros planetas, especialmente los gigantes gaseosos, por otro lado, pudieron chocar entre sí, como al parecer sucedió con el impacto que dio origen a la luna y otros pudieron ser lanzados contra el Sol.

³² *Ibíd.*, 67.

Mercurio, el planeta más cercano al Sol

EL PLANETA MÁS cercano a nuestra estrella es Mercurio, 58 millones de kilómetros lo separan del Sol. El reto más grande que se tiene con este planeta es la dificultad de su estudio, según lo señala Calle: “[...] intentar llegar a Mercurio con una sonda y conseguir entrar en órbita estable es tan difícil como correr por una pendiente abajo que termina en un gran precipicio y pretender no caer al vacío; la cercanía de Mercurio al Sol hace muy difícil la frenada”.³³ Dentro de las características del planeta se puede decir que, debido a sus altas temperaturas, se fundiría plomo en su superficie sin ningún problema; su cercanía al Sol hace imposible el desarrollo de la vida tal como nosotros la conocemos; además, no posee atmósfera, ya que su tamaño es muy pequeño para generar un campo gravitatorio que retenga una atmósfera; no posee actividad geológica; y ha sufrido quizás uno de los impactos más fuertes del sistema solar que, según se calcula, mandó parte de su corteza al espacio.

También debemos mencionar los múltiples impactos que se ven en su corteza. Este planeta es muy denso y durante mucho tiempo fue un misterio esta densidad; hoy se sabe que la mayor parte del planeta está conformada por su núcleo de hierro, se sospecha que fue el impacto con otro cuerpo lo que hizo volar gran parte de su corteza, y por eso presenta la forma que tiene actualmente.

El nombre de Mercurio proviene del mensajero de los dioses en la mitología romana. Es el más próximo al Sol, separado de él por tan sólo 57,8 millones de kilómetros. Tiene un periodo rotacional de 58,6 días terrestres y un diámetro de 4.878 km. Su inclinación orbital es de 7.004° y su velocidad orbital de 47,88 km/s. Presenta una masa de 3.303 x 10²³ kg y un alrededor de 0.10. Su temperatura es de 467 °C en el lado diurno y de -183

³³ Abel Calle, “La exploración del sistema solar”, *Revista de Ciencias*, 1 (2013), 22.

°C en el nocturno. El cráter conocido como la cuenca Caloris es la depresión topográfica más grande de su superficie.³⁴

La cercanía de Mercurio a su estrella hace imposible la vida orgánica; las altas temperaturas hace inviable que tenga agua en cualquiera de sus presentaciones, aunque se sabe que tiene agua en cráteres de sus regiones polares; además, su cercanía al Sol lo expone de forma inclemente a la radiación solar; y los múltiples impactos demuestran que los peligros no solo provienen de su cercanía a la estrella sino de las amenazas que llegan en forma de meteoritos del universo exterior. Además, el planeta mide 4789 km de diámetro, incluso es más pequeño que Ganímedes, el satélite de Júpiter, no posee satélites, que en el caso de la tierra sirven para estabilizar la rotación del planeta que finalmente estabiliza el clima, al no tener atmósfera es el planeta con más cráteres de todo el sistema solar. Su ciclo día/noche dura alrededor de unos 250 días terrestres, por lo cual hay unas diferencias muy grandes en las temperaturas del planeta.

Mercurio es una roca muerta, lo cual no quiere decir que no sea de interés para nosotros, el conocimiento del planeta nos puede llevar a identificar su valor por lo que es y lo que representa para la vida de los seres humanos, además más adelante su puede convertir en una fuente de recursos materiales. Sin embargo, la NASA, en los últimos años, realizó un descubrimiento sorprendente al hallar agua: por el casi nulo plano de inclinación del planeta, en las zonas polares nunca se refleja la luz solar, lo que explica esta presencia: “Ahora, los datos más recientes proporcionados por Messenger confirman que el hielo es el componente principal de los depósitos polares en el norte de Mercurio. En los lugares más fríos, el hielo está expuesto en la superficie. En lugares levemente más cálidos, algún tipo de material aislante oscuro parece cubrir el hielo”.³⁵

³⁴ Fernando Francisco López-Gómez, “Panorama histórico del estudio de los planetas del sistema solar”, *La Colmena*, 92 (2016), 95, <https://bit.ly/3fAdhuz>.

³⁵ Ruth Netting, “Nueva evidencia de hielo en Mercurio”, NASA, publicado el 9 de diciembre de 2012, <https://go.nasa.gov/2Y5vFVS>.

Venus, la diosa del amor

TAL VEZ VENUS, al comienzo, se parecía más a la Tierra, su tamaño y composición son muy parecidos entre sí, pero allí algo salió mal y la vida no se pudo desarrollar de igual manera. Es importante señalar que Venus se encuentra dentro de la llamada zona habitable, que consiste en la distancia entre el planeta y su estrella de forma tal que el agua puede encontrarse en forma líquida y en condiciones ideales. Sin embargo, un gran porcentaje de su superficie está compuesto por volcanes extintos; además, ha sufrido permanentes impactos con meteoritos y cometas, a tal punto que se cree hubo uno tan intenso que causó su rotación retrógrada, rotación que, por demás, es muy lenta ya que un día en el planeta dura ocho meses terrestres.

Pero lo que lo hace que el planeta sea inhabitable es su terrible clima. La temperatura en su superficie alcanza casi los 500°C, esto se debe a un efecto invernadero fuera de control (este mismo efecto en la Tierra, por ejemplo, es el responsable de la estabilidad del clima, además de una atmósfera que en un alto porcentaje es dióxido de carbono). Si queremos saber lo que podría pasar con un efecto invernadero desbocado, lo mejor que podemos hacer es observar a Venus. Así lo señala Lovelock: “el vehículo espacial Viking, norteamericano, que descendió en Marte, y el Venera soviético llegado a Venus han coincidido en informar negativamente respecto a la presencia de vida. Venus ha perdido casi todo su hidrógeno y es, en consecuencia, absolutamente estéril”.³⁶

Aunque al comienzo Venus era muy parecido a la Tierra y las noticias publicadas en los últimos años así los confirman, incluso con condiciones que pudieron soportar la vida, “es probable que Venus haya mantenido temperaturas estables y alojado agua líquida durante miles de millones de años antes de que un evento desencadenara cambios drásticos en el planeta, según un nuevo

³⁶ James Lovelock, *Gaia, una nueva visión de la vida sobre la tierra* (Barcelona: Orbis, 1985), 20.

estudio".³⁷ Hace 750 millones de años algo provocó la liberación del dióxido de carbono de las rocas transformando su clima de forma dramática. En 2006, la sonda Venus Express detectó partículas de helio, hidrógeno y oxígeno que se escapaban hacia el espacio, y como dos de estas partículas forman el agua, una de las preguntas de la comunidad científica era si la atmósfera de Venus contenía vapor de agua. El culpable de la desaparición del agua puede ser el viento solar, ya que Venus no posee campo magnético.

Por otro lado, su rotación, de 240 días aproximadamente, es tan lenta que no alcanza a girar completamente. Con una rotación retrógrada de este tipo se debió eliminar toda forma de vida, ya que los movimientos de rotación de los planetas crean unas fuerzas de gravedad que actúan sobre los cuerpos dentro de ese planeta, si este frenara de manera brusca los cuerpos serían expulsados por la fuerza de gravedad que actúa sobre ellos, no fuera del planeta pero sí en la dirección que giraba inicialmente.

Además, el clima bajo el efecto invernadero hace imposible el desarrollo de la vida, por lo menos en la corteza de Venus.

Hay evidencias de la existencia de volcanes y cráteres de impacto. El Sol aparece por el oeste y desaparece por el este. No se ha detectado un campo magnético. Posee grandes montañas como el monte Maxwell, y cráteres como Cleopatra e Isabella. Su atmósfera está constituida de dióxido de carbono. Tiene un diámetro de 12.100 km y está separado del Sol por 108,2 millones de kilómetros. Su velocidad orbital es de 35,02 km/s. Presenta una masa de 4.869×1.026 kg, una inclinación orbital de 3.394° y un albedo de 0,65. Su periodo de rotación es de 243 días terrestres en forma retrógrada.³⁸

En su atmósfera hay unas tormentas mucho más furiosas que las de la Tierra y sus vientos son más rápidos que el movimiento

³⁷ Ashley Strickland. "Venus era potencialmente habitable hasta que ocurrió un evento misterioso", *CNN*, publicado el 20 de septiembre de 2019, <https://cnn.it/3fxlSho>.

³⁸ Fernando Francisco López-Gómez, "Panorama histórico del estudio de los planetas del sistema solar", *La Colmena*, 92 (2016), 96, <https://bit.ly/3fAdhuz>.

de rotación del planeta. También se han hallado huracanes en sus polos, se ha detectado la presencia de relámpagos en su atmósfera, y este descubrimiento no es menor, ya que los relámpagos son un componente de la vida. Otro dato muy interesante son las fluctuaciones de azufre que en la Tierra es posible por las erupciones volcánicas, lo cual indicaría que esto solo es posible si el planeta tiene actividad geológica.

Venus y la Tierra se formaron en condiciones muy similares; entre otras, las que dieron origen a los océanos terrestres. Probablemente los impactos de cometas aportaron hielo a la superficie de los dos planetas y el viento solar (la corriente de partículas cargadas emitidas por el Sol) creó una fina capa de iones sobre ambos y en la época en que Venus y la Tierra eran protoplanetas que crecían a partir del disco primordial de polvo que rodeaba el Sol, ambos incorporaron hidrógeno y otras sustancias volátiles, compuestos químicos que se evaporan con facilidad. Las simulaciones de las etapas iniciales de Venus indican que su superficie podría haber albergado agua en estado líquido antes que la Tierra y que podría haberla tenido hasta hace unos 1.000 millones de años.³⁹

De otro lado, las rocas halladas en Venus demuestran que en el planeta existió agua; esto, sumado a los rayos, serían los componentes para la vida. Por eso, los esfuerzos de búsqueda se dirigen actualmente a las partes superiores de su atmósfera, donde podría existir la vida bacteriana (un ejemplo de estas formas de vida en la tierra son los extremófilos). Venus es el mejor ejemplo del delicado equilibrio que sostiene la vida en la Tierra. Estamos en el lugar correcto, en el tiempo indicado y con las condiciones propicias para que la vida se desarrolle y se sostenga.

³⁹ Melinda Dyar Darby, Suzanne Smrekar y Stephen Kane, "El exoplaneta vecino. ¿Qué puede enseñarnos Venus sobre los planetas situados más allá del sistema solar?", *Investigación y Ciencia*, 511 (2019), 56.

Marte, el planeta rojo

CASO MUY DISTINTO sucedió con el planeta rojo. Las mayores expectativas en la búsqueda de vida fuera de la Tierra se han puesto en Marte, y se avizora en un futuro inmediato como el primer lugar de colonización exoplanetaria. El papel del planeta Marte en la imaginación humana ha sido moldeado por la ciencia y por la ficción a lo largo de los siglos. Según Robert Markley, Marte ha funcionado como “una pantalla sobre la cual hemos proyectado nuestras esperanzas para el futuro y nuestros temores para nuestro propio planeta”.⁴⁰ Las primeras sondas llegaron en las últimas décadas del siglo XX, y con ellas las expectativas fueron disminuyendo al descubrir que su atmósfera no hace posible la vida humana; lo mismo sucede con su clima, aunque hoy sabemos que existe agua congelada en diferentes partes del planeta.

Las naves Vikingo aportaron datos con resultados negativos, pero ambiguos respecto a la pregunta de la existencia de vida marciana. No obstante, una minoría de científicos considera que la respuesta positiva del experimento de liberación de gases marcados se debió a la presencia de vida marciana microbiana.⁴¹

Las sondas y exploradores posteriores no tuvieron como propósito buscar vida, pero en los últimos años con las nuevas evidencias se ha revitalizado esta búsqueda y los hallazgos han sido muy importantes.

La información gráfica enviada por la sonda *Mars global surveyor*, sugiere que hace unos 4.000 millones de años

⁴⁰ Rachel Haywood Ferreira, “El viaje a Marte en la imaginación argentina ayer y hoy: viaje maravilloso del señor Nic-Nac al planeta Marte de Holmberg y viaje a Marte de Zaramella”, *Revista Iberoamericana* 78, 238-239 (2012): 30, <https://bit.ly/2MMzqcA>.

⁴¹ Rafael Navarro-González, “Búsqueda de vida en Marte”, *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 8,2 (2005), 85, <https://bit.ly/3hCkBYr>.

tuvo agua líquida y un clima semitropical. Esto podría volver a ocurrir, por lo que los astrofísicos estadounidenses ya trabajan en cómo lograrlo en el futuro. La solución estaría en aumentar la temperatura marciana y para ello inicialmente se diseminarian inicialmente en la atmósfera perfluorocarbonos, gases 1.000 veces más eficaces que el dióxido de carbono para atrapar el sol. Esto desencadenaría un efecto invernadero que al derretir los polos y liberar el bióxido de carbono y el agua congelados, haría de Marte un planeta más hospitalario para colonizarlo.⁴²

Hoy sabemos que el suelo marciano es rico en óxido de hierro, de ahí su particular coloración rojiza, que hay tormentas de polvo que pueden cubrir todo el planeta y que el monte Olimpo es el más grande de todo el sistema solar. Pero para la vida, las condiciones de Marte son extremas, hay noches donde la temperatura puede bajar hasta 100 grados bajo cero, la atmósfera carece de oxígeno, las nubes que se forman son de dióxido de carbono, tiene un día de 24 horas y es extremadamente seco. Además, muchas de las condiciones actuales de Marte se deben a sucesos de hace millones de años, por ejemplo, cuando su núcleo se enfrió y perdió su campo magnético y por ende perdió su atmósfera. Pero no solo sucedió esto, Vázquez Martínez nos señala del planeta rojo lo siguiente: “El periodo de rotación de Marte, así como la inclinación de su eje, son el resultado de grandes bombardeos de asteroides ocurridos hace 4000 millones de años. Como resultado de la excentricidad de la órbita, las estaciones marcianas son hemisféricamente asimétricas de forma que los veranos en el hemisferio sur son más cortos y calientes y los inviernos más fríos y largos que en el hemisferio norte”.⁴³

La consecuencia de este proceso atmosférico es que de la superficie del planeta desapareció toda el agua líquida; pero no

⁴² Erwin Moller, “Marte podría convertirse en un planeta habitable”, *NASA Ciencia*, publicado en octubre de 2002, 14, https://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2002/12mar_waterplanet.

⁴³ Luis Vázquez Martínez, “La gran aventura de la exploración de Marte”, *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas Naturales*, 102, 1 (2008), 274, <https://bit.ly/30UgNvw>.

sucedió lo mismo con el hielo, este se conservó en los casquetes polares y posiblemente en el subsuelo marciano. La *Mariner 4* en la década del sesenta visitó por primera vez el planeta rojo, tomó algunas fotos y mostró un planeta muerto; en 1971 la NASA envió el *Mariner 9*, que orbitaría el planeta durante meses, mandando fotos del monte Olimpo, del valle Mariner; en 1976 la sonda Vikingo tocó suelo marciano analizando muestras de dicho suelo en busca de vida, pero no encontró nada. Solo hasta 2004 se volvió al planeta con dos vehículos llamados *Spirit* y *Opportunity*.

Marte se ha convertido en foco principal de la búsqueda de vida en nuestro vecindario cósmico debido a que las evidencias geológicas y químicas proporcionadas tanto por los orbitadores como por los aterrizadores y rovers inducen a pensar que el planeta pudo albergar en un pasado las condiciones ambientales que la vida requiere en la Tierra para desarrollarse (agua líquida y temperaturas moderadas). Y no solo eso, puede que esa vida haya sobrevivido hasta nuestros días bien en estado latente o activo en lugares de la subsuperficie marciana protegidos del ambiente hostil de su superficie.⁴⁴

Lo que se busca en el planeta rojo es una segunda génesis, si encontramos cualquier forma o vestigio de vida en Marte entonces se podrá afirmar sin lugar a equívocos que la vida es común en el universo. Hace 3000 millones de años en la tierra, la vida necesitaba tres requisitos para desarrollarse, una fuente de energía, material orgánico, que son moléculas compuestas principalmente por carbono, y el medio que favoreciera la mezcla de los compuestos: el agua líquida.

Por eso inicialmente se declaró que el planeta marciano estaba muerto luego de las primeras exploraciones, en 1996 se mostró un meteorito procedente de Marte que parecía tener vida bacteriana fosilizada, la búsqueda volvía a comenzar. Los rovers muestran que las rocas marcianas en su interior

⁴⁴ Alejandro Catalá Espí, "Vida, Marte y ExoMars", *Revista de Ciencias*, 3 (2013), 17-18.

están compuestas por sulfatos de sal, compuesto que solo es posible si la roca ha interactuado con agua. En Marte en algún momento hubo agua. Y posteriormente descubrieron sílice de forma accidental. Hay que destacar que las misiones rover aportan datos complementarios a los que estaban proporcionando los orbitadores; su objetivo era la identificación de minerales asociados al agua líquida: carbonato, arcillas y sales principalmente. Estos compuestos no habían sido identificados por *Mars Global Surveyor* y *Mars Odyssey* aunque los orbitadores sí descubrieron barrancos recientes, viejos litorales y lechos de lagos. En todo caso el mineral clave era la hematites gris, mineral que se forma en agua líquida, en un estrato fino y plano y que bien podría encontrarse en las regiones del cráter Gusev (*Spirit*) y la región de Meridiani (*Opportunity*), las cuales podrían ser el lecho de grandes lagos.⁴⁵

Lo que hoy hemos aprendido es que la vida, tal cual como la conocemos, no se desarrolla de cualquier forma. Cuando hablamos del agua es fundamental conocer las propiedades del agua, por ejemplo, en Marte se descubrió sal, si el agua está muy desalinizada o muy salinizada, será casi imposible que se desarrolle la vida. Hoy se sabe que el agua se evaporó del planeta marciano, también se sabe que en la medida que el agua comenzó a escasear hubo un aumento de sal en la superficie. Ahora, la búsqueda se dirige al núcleo del planeta ya que otra de las inquietudes es con respecto a la atmósfera marciana. En la Tierra, la atmósfera nos protege de la evaporación del agua y el campo magnético es el que protege la atmósfera del planeta.

La historia del planeta rojo es precisamente la relación que se pretende establecer entre las condiciones que hacen posible la vida y la muerte. Hace 3000 mil millones de años el planeta rojo perdió gran parte de su atmósfera, por ende, el planeta quedó sin presión atmosférica y con esto perdió el agua líquida que estaba en el planeta, conservándose solo el agua que estaba congelada en

⁴⁵ Abel Calle, "La exploración de Marte: entre la decepción y la expectación", *Revista de Ciencias*, 3 (2013), 14.

los polos. El hecho es que sin atmósfera y sin agua líquida el suelo marciano está sometido a una radiación implacable.

Por otro lado, los planetas Venus, Marte y la Tierra se encuentran dentro de la zona ideal para albergar la vida, aunque ya sabemos que de los tres solo uno tiene vida, por lo menos actualmente. El hecho es que de todos los planetas que se formaron al comienzo, solo ocho, nueve si consideramos a Plutón como planeta, se encuentran dentro del sistema solar, y solo uno alberga vida. La búsqueda de vida exoplanetaria comienza con el concepto de zona habitable. “De importancia para la búsqueda de vida extraterrestre es el concepto de zona habitable (ZH). Esta se define como la región alrededor de la estrella principal donde las condiciones físicas son favorables para la existencia de agua líquida sobre la superficie del planeta, por un periodo suficiente de tiempo para que ocurra evolución biológica”.⁴⁶

Se ha comenzado, gracias a la tecnología, la búsqueda de vida o de indicios de la misma en otros planetas o incluso en satélites de otros planetas. Comenzamos con la búsqueda de civilizaciones que creíamos existían en la luna Kepler, incluso se llegó a pensar y fueron objeto de ensoñaciones en cómo serían las personas que habitaban la Luna, Marte y Venus; pero ahora buscamos si en el pasado existió vida en dichos cuerpos celestes o si dichos cuerpos poseen los elementos que dan inicio a la vida. En palabras de Sagan:

Cada uno de nosotros es un ser diminuto, al que se le ha permitido dar varias docenas de vueltas alrededor de la estrella local montado sobre la piel más exterior de uno de los planetas más pequeños. El gran motor interno de la tectónica de placas es indiferente a la vida, como lo son los pequeños cambios en la órbita e inclinación de la tierra, la variación en el brillo del sol, y el choque con la tierra de pequeños mundos en orbitas extrañas. Estos procesos no tienen ninguna noción de

⁴⁶ Óscar Ramírez y José Gregorio Portilla, “Estudio de la evolución orbital del sistema extrasolar Gliese 581”, *Revista Colombiana de Física*, 40, 2 (2008), 470.

lo que ha estado pasando durante miles de millones de años en la superficie del planeta.⁴⁷

En la Tierra se ha encontrado vida en lugares extremos que podrían semejar la vida en Marte, pero sigue sin encontrarse la vida en ese planeta. Sin embargo, en el planeta rojo se ha encontrado hematita, su origen es termal, una evidencia más de la presencia del agua en la superficie marciana en el pasado, aunque también aparece por eventos volcánicos, lo que da pequeños indicios que muestran actividad geológica mínima en el planeta rojo.

Las posibles implicaciones de un Marte surcado, por el agua se antojan inmensas. Por el momento, nuestro equipo está profundizando en la naturaleza de las RSI. Desde la publicación de nuestro artículo en *Sciense* hemos identificado muchas más zonas con RSI activas. Otros investigadores han llevado a cabo estudios de laboratorio y campañas de cambio en la Antártida para tratar de observar o replicar en la Tierra lo que HiRISE observa desde la órbita marciana.⁴⁸

Marte es mucho más pequeño que la Tierra, su campo gravitacional es un tercio del terrestre y tiene una pequeña capa de CO₂. Una diferencia grande de la Tierra con el resto de planetas es la presencia de placas tectónicas compuestas por placas de corteza continental y corteza oceánica; Marte en su corteza se compara con la corteza oceánica de la Tierra, esto se sabe por la evidencia mineralógica.

Hoy sabemos que el agua líquida fluyó alguna vez por su superficie y que, en su historia temprana, Marte y la Tierra guardaban grandes semejanzas. Cuando la vida surgió en nuestro planeta, hace unos 3.500 millones de años, Marte era más cálido que en la actualidad y poseía océanos líquidos, un

⁴⁷ Carl Sagan y Ann Druyan, *Sombras de antepasados olvidados. Las respuestas de la ciencia a quiénes somos, de dónde venimos y cuál puede ser nuestro destino* (Barcelona: Círculo de Lectores, 1994), 44.

⁴⁸ Alfred McEwen, "Marte en movimiento", *Investigación y Ciencia*, 442 (2013), 41.

campo magnético activo y una atmósfera más gruesa. Dada la similitud entre ambos astros, parece razonable pensar que, cualesquiera que fueran los medios que proporcionaron la aparición de vida en nuestro planeta, también podrían haberlo hecho en Marte.⁴⁹

Marte tuvo un pasado más cálido, según los minerales hallados, que el que tiene hoy en día, con agua líquida en su superficie y una atmósfera que pudo contener vida; en el pasado del planeta hubo grandes corrientes de agua sobre la superficie, de tal manera que se cree que en la parte norte del planeta existió un océano vasto y poco profundo. Sin embargo, el planeta rojo, hoy sigue siendo un gran misterio para la comunidad científica.

El papel del Júpiter en nuestro sistema solar

JÚPITER ES EL mayor de los planetas del sistema solar, su tamaño es descomunal; es lo que los científicos llaman un gigante gaseoso, aunque bajo las nubes exteriores lo que se encuentra es algo maravilloso. La presión en las profundidades del planeta produce un océano de hidrógeno metálico líquido, generando un gran dínamo que termina siendo el responsable del gigantesco campo magnético que hay sobre el planeta. Este campo es tan grande que cuando pequeñas partículas chocan con él producen ondas de radio, que son las que escuchamos en la Tierra. La radiación que produce Júpiter es también la mayor de todos los planetas, esto hace que cualquier misión al gigante gaseoso sea muy compleja, solo la radiación del Sol es mayor que la de Júpiter.

Con un radio que supera en once veces el terrestre, Júpiter es el mayor planeta del sistema solar. Sin embargo, es también sorprendentemente ligero, ya que su masa es solo 318 veces la de la Tierra: cuatro veces menos de lo que cabría esperar si sus densidades fueran equivalentes. De hecho, Júpiter

⁴⁹ Chris McKay y Víctor Parro García, "Nuevas técnicas para buscar vida en Marte", *Investigación y Ciencia*, 455 (2014), 24.

se compone en su mayor parte de hidrógeno y helio. Estos elementos se hallan en estado gaseoso en la atmósfera, donde también hay trazas de amoníaco (NH_3), hidrosulfuro de amonio (H_2S) y agua. Aunque en cantidades inferiores al 1 %, estos compuestos no carecen de importancia, ya que se hallan en el origen de las distintas capas de nubes del planeta.⁵⁰

Este gigante gaseoso está compuesto principalmente de hidrógeno, como sucede con el Sol. En el espacio es muy común los sistemas binarios de estrellas, y a Júpiter le faltó masa para que la gravedad realizara el proceso de fusión que encendiera el planeta y lo convirtiera en estrella. El hecho es que, si Júpiter se hubiera transformado en estrella, el sistema solar sería muy distinto y no estaríamos acá en estos momentos, la gravedad de dos estrellas en un sistema binario haría imposible la viabilidad de un planeta entre ambas estrellas.

La mayoría de los planetas gigantes conocidos no se parecen en absoluto a Júpiter. Buena parte de ellos se encuentran a una cercanía abrasadora de su estrella anfitriona, con órbitas que duran apenas media semana. La teoría más aceptada sobre estos mundos sostiene que se gestaron a distancias mucho mayores y que luego cayeron en espiral hacia sus respectivos soles por efecto de la acción gravitatoria con otros planetas o con flujos de gas. Esa migración augura muy malas noticias para la habitualidad de un sistema planetario: lo más fácil es que, en su trayecto, el campo gravitatorio de un planeta como Júpiter expulse hacia el espacio exterior cualquier planeta rocoso que se encuentre, o que lo lance contra la estrella.⁵¹

Este gigante gaseoso es el más grande y el que ofrece una mayor influencia en todo el sistema solar. El tamaño del planeta tiene que ver con la zona en que se forman los mismos, pero

⁵⁰ Simon Cabanes, Benjamin Favier y Michel Le Bars, "El enigma de las bandas de Júpiter", *Investigación y Ciencia*, 496 (2018), 84.

⁵¹ Lee Billings, "A la caza de gigantes gaseosos", *Investigación y Ciencia*, 469 (2015), 27.

recientes hallazgos muestran planetas gaseosos gigantes que orbitan muy cerca de sus estrellas, como es el caso de Pegasi V-51, que sería el primer descubrimiento de este tipo. La razón de esto es que se forman lejos de la estrella, pero después se pueden desplazar, como sucedió con Júpiter al comienzo de la historia del sistema solar. En el caso hipotético que Júpiter estuviera más cerca al Sol, por su fuerza gravitacional sumada a la del Sol hubiera producido la expulsión de los planetas rocosos al espacio exterior o contra el mismo Sol.

Existe la teoría de que los planetas se formaron del mismo disco de polvo y gas que formó al Sol, pero ¿cómo se formaron los gigantes gaseosos? Si existe un núcleo sólido en Júpiter, entonces el planeta se formó con los demás planetas del sistema solar; pero si no existe tal núcleo, se formó junto con el Sol. También es importante determinar dónde se formó Júpiter, ya que esto podría explicar muchas cosas que ocurren con los planetas interiores. Júpiter se formó a más de 524 millones de kilómetros del Sol, fue el primer planeta en formarse, por ende, fue el planeta que más rápidamente creció; la clave es que a esa distancia el vapor de agua se transforma en hielo. Cerca de una estrella los planetas no pueden llegar a ser muy grandes (el máximo de tamaño es el que alcanzó la Tierra) porque se harían pedazos, pero a la distancia de Júpiter, el hielo funciona como un pegamento y el planeta puede seguir creciendo hasta que se convierte en un gigante gaseoso. Hoy sabemos que estos gigantes gaseosos se formaron mucho antes que se formaran los planetas rocosos. La posición de cada planeta está estrechamente ligada con la posición de los demás planetas, además muchos de los procesos dentro de cada planeta son el resultado de la interacción de fuerzas con otros planetas.

Los modelos de simulación ubican dentro del sistema solar unos planetas como Venus y como la Tierra en los lugares que tienen actualmente; pero en el lugar de Marte ubican un planeta mucho más grande que el actual. La razón para que Marte no hubiera alcanzado el tamaño que debería tener es Júpiter, ya que al comienzo se encontraba más cerca de lo que está actualmente y en la medida que chocaba con los escombros fue perdiendo fuerza gravitacional, por ende comenzó a acercarse al Sol, estando cada vez más cerca del planeta rojo, arrasando con gran parte del material que debía haber formado a este planeta. Pero en algún

momento el planeta comenzó a girar hacia fuera gracias a Saturno, que es otro gigante gaseoso y que frenó el viaje de Júpiter hacia el Sol, determinante en la creación del sistema planetario interior. Cuando Júpiter comenzó a desplazarse hacia fuera dejó tras de sí los desechos rocosos del disco planetario que posteriormente formarían el planeta Tierra.

Quando Júpiter migró hacia el interior, su influencia gravitatoria hizo que capturara planetesimales y los condujese consigo a través del disco, arrastrándolos al modo de una máquina quitanieves. Si suponemos que, antes de dar la vuelta, Júpiter se acercó tanto al Sol como para alcanzar la órbita actual de Marte, el planeta pudo haber transportado hasta el interior del sistema solar una cantidad de bloques helados equivalentes a unas diez veces la masa de la Tierra, lo que habría llevado agua y otras sustancias volátiles a dicha zona. Este proceso también habría creado un límite exterior bien definido para el material de formación planetaria del interior de la nebulosa solar, lo que habría interrumpido el crecimiento de un embrión planetario cercano que, más tarde, se convertiría en Marte.⁵²

Esta relación entre los dos gigantes gaseosos, Júpiter y Saturno, se conoce como la resonancia orbital 2 a 1, donde mientras Saturno da una vuelta alrededor del Sol, Júpiter da dos vueltas; el resultado es que Júpiter y Saturno estarán muy cerca en la misma región del espacio de forma continua, creando un inmenso impulso gravitatorio. Aunque se debe aclarar que esta resonancia se produce entre cuerpos celestes cercanos: “[...] en el Sistema Solar existe una gran variedad de ejemplos de resonancias orbitales que involucran a planetas, satélites, anillos, asteroides, cometas, transneptunianos y corrientes meteóricas. El objeto resonante puede ser tanto interior a la órbita del planeta perturbador como exterior”.⁵³

⁵² Batygin, Laughlin y Morbidelli, “Nacido del caos. Nuevas...”, 22.

⁵³ Tabaré Gallardo, “Efectos dinámicos de las resonancias orbitales en el sistema solar”, *Boletín Asociación Argentina de Astronomía*, 58, (2015), 1, <https://bit.ly/2MGqN3j>.

Hoy se sabe que el desplazamiento de los gigantes gaseosos hacia sus posiciones actuales produjo el bombardeo intenso tardío, que consistió en una oleada de asteroides que bombardearon el sistema planetario interior. Estos asteroides procedían de la influencia de los gigantes gaseosos, especialmente de Júpiter y Saturno, que se alejaron de sus órbitas iniciales alejándose más del sol y afectando las órbitas de Urano y de Neptuno, que a su vez fueron mucho más alejados del Sol. Este último planeta colisionó con los desechos de las afueras del sistema solar mandando desechos fuera del sistema solar y dentro del sistema contra el Sol o los planetas rocosos:

El llamado bombardeo intenso tardío (LHB) provocó los principales cráteres de la Luna y muchos creen que trajo a la Tierra el agua y los ingredientes necesarios para la vida. De momento, la teoría más aceptada -saber qué ocurrió es uno de los principales objetivos de la futura exploración lunar- señala que este evento fue provocado por un reposicionamiento a gran escala de los planetas gigantes Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.⁵⁴

El papel de Júpiter en la formación de la vida es fundamental, no solo hizo posible la vida del planeta, sino que cuida la vida que hay actualmente en el planeta Tierra porque su gravedad hace que la mayoría de los asteroides y los cometas salgan despedidos fuera del sistema solar interior. Es como un gigante guardián que nos protege de las amenazas exteriores. La posición de Júpiter actualmente nos sirve como un escudo gigante contra las amenazas de cometas y asteroides que podrían bombardear el sistema solar interior. Si no fuera por este gigante gaseoso, la Tierra recibiría de 12 a 60 impactos de objetos mayores de diez metros, cien veces más de los impactos que recibe la tierra actualmente.

⁵⁴ Don Davis, "El bombardeo de los 2.000 millones de años", *ABC*, modificado el 25 de abril de 2012, https://www.abc.es/ciencia/abc-bombardeo-millones-anos-201204250000_noticia.html.

La posición del gigante gaseoso no solo es importante para protegernos, incluso está relacionada con nuestras estaciones y con los fenómenos climáticos que están íntimamente relacionados con la mayor parte de nuestras actividades. “Cuando Júpiter transita por la constelación de Géminis (mes de junio-julio) hay un descenso de precipitación en toda la zona intertropical del hemisferio Norte, el caso contrario ocurre cuando Júpiter transita por la constelación de Capricornio (mes de diciembre-enero)”.⁵⁵

Pero las nuevas búsquedas de vida exoplanetaria nos han llevado a los satélites planetarios, quizás la mejor opción sea Europa. La cercanía del satélite con Júpiter hace que Europa tenga fuerza de mareas, generando calor y favoreciendo agua en estado líquido en el subsuelo; es más, se han detectado emisiones de agua, haciendo sospechar la existencia de un océano salado que podría albergar vida, el potencial de hidrógeno y de oxígeno es un indicador muy favorable para la vida como la conocemos.

Está compuesta por rocas de silicio mezcladas con al menos un 5% de agua. Probablemente su núcleo sea metálico (hierro), y se han observado algunos accidentes geográficos de más de cien metros de altura, lo que indica que su superficie es joven y geológicamente activa. Asimismo, el telescopio Hubble ha permitido detectar una fina atmósfera de oxígeno, de origen no biológico, probablemente debido al vapor de agua que se produce por la interacción de la luz con su superficie y que, posteriormente, se divide en oxígeno e hidrógeno. El hidrógeno consigue escapar de la gravedad de Europa, pero no así el oxígeno.⁵⁶

La búsqueda de vida en el sistema solar tiene como propósito explorar Europa. La clave se encuentra en que el satélite posee agua líquida, una fuente de energía que viene posiblemente de fuentes hidrotermales, y porque se ha hallado dióxido de carbono

⁵⁵ Rodrigo Tovar Cabañas, “Júpiter y clima terrestre”, *Revista Geográfica*, 151 (2012), 185.

⁵⁶ Daniel Camarero Muñoz, “Las lunas de Júpiter”, *Revista de Ciencias*, 2 (2013), 37.

en sus capas exteriores, debido a la fuerte radiación proveniente de Júpiter. Además, en 2013, la NASA anunció el descubrimiento de filossilatos, arcillas ubicadas en las capas exteriores. Europa abre la posibilidad de que la vida se encuentre en lugares que nunca se habían pensado.

Saturno, el señor de los anillos

SATURNO ES UN gigante gaseoso de helio e hidrógeno, tiene 120 000 kilómetros de diámetro, es el segundo en tamaño después de Júpiter, en su interior la presión es tan grande que el hidrógeno pasa de su estado gaseoso a un estado líquido y tiene tormentas en su atmósfera que alcanzan los 700 km/h. Pero lo más llamativo del planeta son sus anillos, que alcanzan una distancia muy parecida a la que hay entre la tierra y la luna actualmente, aunque el grosor no supera un par de metros.

Las Voyager descubrieron que Saturno era un planeta con un interior, una atmósfera y una magnetosfera complejas. En sus anillos, un vasto y reluciente disco de escombros helados, la misión halló signos de los mismos mecanismos físicos que resultaron clave en la configuración del sistema solar primitivo y en la de los discos de material en torno a otras estrellas. El paso de las sondas a través del sistema interior de Saturno puso al descubierto diversas lunas sometidas a interesantes fuerzas dinámicas. Titán, la más grande, cuya superficie permanecía oculta bajo una bruma espesa y ubicada, ofrecía, sin embargo, indicios de un posible océano de hidrocarburos líquidos. En conjunto, el sistema de Saturno parecía un sistema ideal para llevar a cabo nuevas exploraciones.⁵⁷

La sonda Cassini fue deliberadamente lanzada contra la atmósfera de Saturno. Ya que hubiera podido estrellarse contra alguno de los satélites del planeta, amenazando de esta forma

⁵⁷ Carolyn Porco, "Cassini en Saturno", *Investigación y Ciencia*, 495 (2017), 78.

la posible vida que se pudiera encontrar allá, la NASA decidió destruirla de forma controlada, ya que el deber es no llevar vida procedente de la Tierra que pueda contaminar otros mundos y no contaminar así ningún cuerpo prístino fuera del planeta Tierra. De esta forma, cuando se descubra vida, no sea una forma de vida que intencional o accidentalmente nosotros mismos hemos puesto en el espacio. Pero el mayor aporte de Cassini fue Encélado, como lo señala Porco:

Para mí, sin embargo, donde Cassini ha hecho su mayor descubrimiento es sin duda en Encélado, una luna helada diez veces menor que Titán. Allí Voyager había descubierto vastas extensiones sorprendentemente lisas que hablaban de un pasado marcado por una intensa actividad interna y, tal vez, de una capa de agua líquida bajo la superficie helada; todo ello en un astro que parecía demasiado pequeño para tales fenómenos.⁵⁸

Varios años después del envío de la sonda, la luna es siete veces del tamaño de la Luna, los satélites tan pequeños generalmente son cuerpos rocosos, pero Encélado rompe con todas estas condiciones, desde el espacio se observó cómo lanzaba chorros de vapor de agua, gases y material orgánico a cientos de kilómetros de su superficie.

Según sus conclusiones, el océano de Encélado se halla a unos 30 o 40 kilómetros bajo la corteza de hielo y presenta un espesor de unos 10 kilómetros. Sus aguas se extienden probablemente en todas direcciones desde el polo meridional hasta los 50 grados de latitud sur, si bien los datos no descartan un océano profundo en todo el satélite. En cualquier caso, aunque si limitase a la región austral, el mar oculto de Encélado albergaría unas 250 veces más agua que el lago Constanza, uno de los mayores de Europa.⁵⁹

⁵⁸ *Ibid.*, 82.

⁵⁹ Frank Postberg y Thorsten Dambeck, "El océano caliente de Encelado", *Investigación y Ciencia*, 471 (2015), 57.

La luna expulsa granos de hielo hacia el espacio exterior. Estos granos fueron analizados por la sonda y se descubrió en ellos compuestos orgánicos. Los científicos aseguran que bajo la corteza helada existe una capa de agua líquida, dando lugar a un océano, ubicado en el hemisferio sur de la luna; este océano podría tener unos diez kilómetros de profundidad y estar bajo una capa de hielo de un grosor de treinta kilómetros de profundidad. El origen de toda esta actividad se encuentra en el núcleo del satélite, que es caliente, según se cree, debido al tirón gravitacional con otra luna de Saturno, creando respiraderos hidrotermales que arrojan las partículas que van al espacio exterior, compuestos portadores de nitrógeno y oxígeno. En la Tierra, dichos compuestos hacen parte de las reacciones químicas que producen los aminoácidos.

Esta mezcla de materiales podría ser amigable para la vida, ya que contiene los elementos básicos encontrados en la Tierra: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y por supuesto el agua en estado líquido. Se especula que hay agua líquida bajo la superficie, pero para afirmarlo tendrán que seguir estudiando esta luna con Cassini y alguna otra misión dedicada en el futuro.⁶⁰

Otro de los satélites que se ha robado la atención de la comunidad científica en los últimos años es Titán, un satélite del Saturno. Este satélite es de un tamaño mayor que la Luna y que el planeta Saturno, posee una atmósfera que es 1,5 más densa que la atmósfera terrestre; este dato no es menor ya que posee una gravedad menor que la de la Tierra. Su atmósfera se compone en su mayoría de nitrógeno e hidrocarburos, en su atmósfera podemos apreciar un ciclo completo, como sucede con el agua en la Tierra, solo que en Titán es de metano, esto se da a unos 40 kilómetros; el vapor allí se convierte en metano, se condensa y cae como gotas, formando ríos, lagos y océanos.

Descubrimos que Titán tiene lagos y mares, pero no de agua, sino de metano líquido. En el polo sur, la cámara de alta

⁶⁰ Alfredo Medina, "Encelado: una luna helada muy interesante", *El Salvador Ciencia y Tecnología* 14, 19 (2009), 21, <https://bit.ly/2Cah5Eh>.

resolución de Cassini avistó una de estas masas líquidas, con un tamaño cercano al del lago Ontario y por ello bautizada como Ontario Lacus en medio de una región de accidentes similares de menor tamaño. Otros instrumentos verificaron más tarde que el Ontario Lacus contenía, en efecto, metano líquido. Desde entonces hemos descubierto muchas masas de metano líquido de diferentes tamaños que, por alguna razón, se encuentran principalmente en latitudes septentrionales altas.⁶¹

La temperatura exterior es de -180 grados, lo cual hace muy complejo el desarrollo de la vida y la superficie presenta muchos silicatos como son el agua, hidratos de amoníaco que explican su baja gravedad. Geológicamente, Titán es un satélite muy activo, esto se debe a la interacción del satélite con el gigante gaseoso. Si pensamos que para la gestación de la vida como la conocemos se necesita de un medio líquido para el desarrollo de moléculas complejas, y un mundo activo donde existan procesos geológicos que sean la fuente de energía para los microorganismos, Titán cumpliría con las condiciones; el problema es que es demasiado frío y en la Tierra no conocemos bacterias que puedan vivir a temperaturas tan bajas.

El cinturón de Kuiper y el origen del agua

NUESTRO SISTEMA SOLAR va mucho más allá de la frontera de Neptuno. A cincuenta unidades astronómicas nos encontramos con el famoso cinturón de Kuiper, lugar de residencia de cometas y de planetas enanos como Plutón. Este cinturón nos ha enviado cometas desde tiempos inmemoriales y durante años se han buscado objetos en el cinturón, pero la distancia ha hecho muy difícil dicha tarea. Su color es negro debido a que tiene abundantes moléculas orgánicas, ya que cuando se exponen a la radiación cósmica se carbonizan y se vuelven de este color. Al ser pequeños, no emiten luz y por eso son tan difíciles de ver. Además, la comunidad científica reconoce la posibilidad de que existen otros

⁶¹ Porco, "Cassini en Saturno", 79.

cuerpos de los cuales todavía no tenemos conocimiento, pero que explicarían los movimientos de otros cuerpos como Neptuno.

Al mismo tiempo, el descubrimiento del cinturón de Kuiper otorga credibilidad a la hipótesis de un objeto de masa planetaria situado en los confines del sistema solar ya que ayuda a explicar cómo un cuerpo semejante pudo haber acabado tan lejos del sol como para no verlo según indican las simulaciones por ordenador, los cuerpos helados del cinturón de Kuiper se formaron en las inmediaciones de la órbita que hoy describe Neptuno y, más tarde algo los disperso hasta sus posiciones actuales.⁶²

El cinturón de Kuiper se compone de restos que no alcanzaron a formar planetas y por alguna razón fueron alejados a ese lugar del espacio. Dichos restos son los que podrían contar cómo fue el comienzo de la formación del sistema solar. Hoy se sabe que estos cuerpos fueron llevados hasta allí como resultado de las interacciones de los gigantes gaseosos, y muy especialmente la relación gravitacional entre Júpiter y Saturno.

La primera búsqueda de un planeta oculto alrededor del Sol tuvo lugar a principios del siglo XIX. Por aquella época, fue creciendo el convencimiento de que Urano, descubierto de manera accidental en 1781 por el músico reconvertido en astrónomo William Herschel, no orbitaba exactamente como predecía la ley de Newton. Varios científicos propusieron que eso se debía a la influencia gravitatoria de un gran planeta aún no detectado. Y, en 1846, el astrónomo alemán Johan Galle observó el gigante gaseoso Neptuno esencialmente donde su colega francés Urbain Le Verrier había calculado que debía encontrarse (en realidad, hay indicios bastante fehacientes de que Galileo ya había visto Neptuno en 1612 con su pequeño

⁶² Michael Lemonick, "En busca del planeta X", *Investigación y Ciencia*, 475 (2016), 21.

y rudimentario telescopio, aunque supuso que se trataba de una estrella).⁶³

Los rayos cósmicos son partículas atómicas que viajan por el espacio a la velocidad de la luz. Estos surgen con las estrellas que explotan en la galaxia y son incompatibles con la vida, ya que pueden descomponer los electrones y podrían provocar mutaciones. Pero estamos resguardados de ellos por el viento solar que produce una capa que nos defiende de estos rayos cósmicos, en la heliosfera. Los cometas nacen muy cerca del Sol, esto se sabe por los minerales de titanio y aluminio, y a temperaturas muy altas, que se han hallado en el polvo recogido en el espacio.

Toda el agua del sistema solar se remonta a la gigantesca nube primordial de gas y polvo que, hace unos 4.500 millones de años, sucumbió a su propio peso y dio lugar al Sol y los planetas. En ella abundaban el hidrógeno y el oxígeno, los dos elementos que conforman la molécula de agua. Esa riqueza no debería sorprender a nadie: el hidrógeno y el oxígeno ocupan, respectivamente, el primer y el tercer puesto en la lista de los elementos más abundantes en el universo (el helio químicamente inerte, se encuentra en segundo lugar).⁶⁴

Existen dos tipos de cometas, aquellos de periodo corto, que provienen del cinturón de Kuiper; y otros de periodo largo, que se demoran miles o millones de años en volver, tienen órbitas demasiado elípticas y que provienen de la nube de Or, una esfera gigantesca, ubicada a un año luz, y que se calcula tiene dos billones de estos cuerpos.

La dinámica de los cometas es muy complicada y muy diferente a la de los asteroides. Algunos cometas, los llamados de periodo corto, giran alrededor del Sol en la región planetaria (a menos de 40 unidades astronómicas del Sol)

⁶³ *Ibidem.*

⁶⁴ David Jewitt y Edward Young, "El origen del agua en la tierra", *Investigación y Ciencia*, 464 (2015), 56.

y muchas veces se aproximan a los planetas, lo que suele modificar las órbitas de los primeros. A esto se debe que sean los objetos más móviles del sistema solar; y si se reconocen sus órbitas no es difícil prever su retorno. Otros cometas tienen periodos de evolución muy largos, del orden de millones de años, no siendo observables más que una sola vez, por lo que su aparición resulta casual e imprevisible. Es probable que exista una enorme cantidad de cometas más allá de la región planetaria, donde ni siquiera los más potentes telescopios permiten su observación.⁶⁵

Los cometas, en la medida que se acercan al Sol, se van calentando y, por ende, van dejando una estela detrás de sí llamada cola. Su núcleo está formado por hielo y rocas que se formaron desde el origen del sistema solar. Estos viajeros permanentemente están impactando los cuerpos del sistema solar. Es difícil saber dónde se encuentran, su corteza es negra y absorben gran parte de la luz, esto se debe a que su corteza ha sido salificada por el calentamiento en la medida que se acerca al Sol. Como los cometas están formados en su interior por hielo y rocas, el agua que tiene la Tierra llegó gracias a estos viajeros espaciales, durante el bombardeo intenso tardío ocurrido hace unos 3900 millones de años, que llenaron el planeta de océanos líquidos, el caldo de cultivo donde nacería la vida más adelante. Pero no solo trajeron el agua en su interior; los cometas también tienen amoníaco, metano y dióxido de carbono, moléculas que se combinan para formar aminoácidos, las moléculas de la vida. Quizás, el origen, no solo del agua sino de los primeros microorganismos se debe a los cometas que se encuentran en el sistema solar. “Una de las características que hacen de la Tierra un planeta tan especial en el sistema solar es que su temperatura media anual permite la coexistencia de agua en sus tres estados físicos, y además que la mayor parte del agua que existe se encuentre en estado líquido.

⁶⁵ Norma Sánchez-Santillán et al., “De meteoroides, meteoritos, cometas y clima”, *ContactoS*, 88 (2013), 52, <https://bit.ly/2YZf31F>.

En otras palabras, es el agua líquida la que hace de nuestro planeta un lugar único”.⁶⁶

Se han encontrado rastros de agua en diferentes partes del sistema solar, en Mercurio hay agua congelada en profundos cráteres en el polo norte, esto es debido a que el eje de rotación del planeta es mínimo y hay lugares del planeta donde nunca da la luz solar. Marte también tiene agua en estado sólido, en satélites como Europa, Ganimedes y Encélado. Al parecer, las nubes interestelares contienen grandes cantidades de agua en estado sólido, esto significaría que el agua ha estado presente incluso antes de la formación del Sol. La clave en este punto han sido las investigaciones sobre deuterio, una forma más pesada del hidrógeno. Los resultados de dichas investigaciones sugieren que entre el 30% y el 50% del agua en los océanos tiene presencia de deuterio, mientras que el agua en los cometas alcanza entre un 60% y un 90% de presencia. Significa esto que esa agua se formó antes que la Tierra e, incluso, antes que el propio Sol. “Según las teorías tradicionales, la mayor parte del agua llegó a nuestro planeta desde más allá de esa línea a bordo de asteroides y cometas helados. A su vez, estos habrían sido lanzados hacia el sistema solar interior por los planetas gigantes durante las últimas fases del proceso de formación planetaria”.⁶⁷

La muerte de las primeras estrellas masivas aportó los materiales más pesados que luego se convertirían en la base de la vida biológica, además la explosión de las supernovas llevaría a la acumulación del material en el nacimiento de las nuevas estrellas.

Es tan delicado el balance entre la vida y la muerte, que el tamaño de la estrella, la posición del planeta, su composición morfológica, su campo magnético serán determinantes para poder albergar la vida tal como la conocemos, cualquier cambio en estas variables podría significar la muerte para las especies, pero a su vez estos cambios en el pasado fueron los responsables en la vida tal como la conocemos hoy.

⁶⁶ Alfonso Pardo, “El origen del agua terrestre: la ciencia actual desde la visión de Odón de Buen”, *Odón*, 4 (2013), 34.

⁶⁷ Jewitt y Young, “El origen del agua en la tierra”, 56.

Un punto azul en el universo.

La vida y la muerte en la Tierra

DESDE EL COMIENZO, con la formación de los planetas, se ha dado la construcción, destrucción y reconstrucción de lo que hoy conocemos como planetas del sistema solar. “La edad de la Tierra, utilizando el decaimiento radioactivo de isótopos (método radiométrico), es de unos 4,5 mil millones de años”.⁶⁸

De esta forma, el que hoy es nuestro hogar ha tenido una historia llena de vicisitudes, dificultades y momentos increíbles en lo que ha sido la historia de la vida y la muerte misma. Nuestra historia está íntimamente ligada al origen de la vida y, por lo tanto, al origen del universo.

Si pudiéramos viajar atrás en el tiempo y ver cómo era la Tierra en sus inicios, seguramente no la reconoceríamos. Una atmósfera enrarecida y compuesta de gases nocivos para nosotros (que algunos países están hoy tratando de evitar mediante tratados como el protocolo de Kyoto) la habrían hecho irrespirable. Estos gases, debido al tipo de radiación que son capaces de absorber y reflejar, le habrían dado un color muy diferente a nuestro tranquilizante azul cielo.⁶⁹

Para comenzar, se puede decir que la historia de la Tierra se remonta a 4500 millones de años aproximadamente. Se calcula que la Tierra necesitó solo de treinta millones de años para alcanzar su tamaño actual; pero en sus comienzos estaba compuesta de miles de millones de fragmentos de polvo pegados al azar, estos pequeños pedazos fueron formando cuerpos de mayor masa hasta que finalmente por su masa y densidad ya atraían otros cuerpos. Cuando la tierra alcanza la forma esférica sigue recibiendo muchos

⁶⁸ Mario Castañeda Morales, “¿Qué tan vieja es la vida en la tierra?”, *Revista de Sanidad Militar*, 70, 5 (2016), 420, <https://bit.ly/37dR5Di>.

⁶⁹ Javier Fernando Gómez, *La Tierra primitiva y su transformación en un planeta amigable: evidencias del registro geológico (rocas y minerales)* (Córdoba: Agencia Córdoba Ciencia, 2007), 1.

impactos de otros cuerpos que se encuentran en el espacio, esto hizo que la tierra, en sus comienzos, fuera una inmensa bola de roca fundida, además esto llevó a que los metales más pesados formaran el núcleo de hierro y el níquel; y los metales más ligeros quedaron en la superficie.

La formación del núcleo de la Tierra se dio con materiales pesados; este fue el motor del planeta; allí se generaron enormes cantidades de energía magnética, las ondas de energía responsables del campo magnético que rodea la Tierra y que protege la vida de la radiación letal del espacio. El calor del núcleo se debe a los impactos que la Tierra sufrió al comienzo de la formación del sistema solar, en el núcleo interno de la tierra la temperatura puede estar a unos 1.370 °C, este núcleo es el que produce el campo magnético, este fluye como si fuera un circuito eléctrico. Sale desde el polo sur, circula por el espacio e ingresa por el polo norte para volver a comenzar el circuito. El campo magnético trabaja como un gran paraguas desviando las partículas radioactivas lejos del planeta, haciendo posible la vida en el planeta. “Si a algo debemos agradecer nuestra existencia en este planeta como sociedad avanzada es al campo geomagnético. Desde el origen de la vida, ha protegido los ecosistemas terrestres de las radiaciones cósmicas y otras agresivas emisiones exteriores como los rayos ultravioleta solares”.⁷⁰

Sin embargo, el campo magnético de la Tierra está perdiendo su fuerza, tanto así que en el último siglo el campo ha perdido 10% de su fuerza. La principal consecuencia es que estamos más expuestos a la radiación magnética, pero también se tienen indicios de la inversión del campo magnético de la Tierra que, según se calcula, se ha invertido 170 veces en la historia; la última vez que se dio este cambio los que caminaban sobre la Tierra eran los *homo erectus*. De igual forma, estas condiciones en que se ha formado la Tierra da origen a otra de las fuerzas más destructivas que conoce el hombre, los terremotos; estos son la prueba de que el interior de la Tierra sigue caliente. Gracias a la sismología, los científicos tienen una imagen detallada de las capas en el interior

⁷⁰ Héctor Jardón Sánchez, “El origen del campo magnético terrestre”, (2017), 1, <https://bit.ly/2AMEOKb>.

de la Tierra, saben cuáles capas son líquidas y cuáles son sólidas, que bajo la corteza se encuentra el manto y posteriormente el núcleo, que tiene una capa líquida y otra sólida.

Posteriormente, la Tierra se fue enfriando y formó la corteza terrestre de roca volcánica. Aunque estaba mucho del planeta que conocemos hoy, la temperatura superaba los 1200 °C, no existía el oxígeno, y solo dióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua eran los componentes que se encontraban en la atmósfera primitiva. En la superficie no había partes sólidas, solo un océano de lava.

El impacto Theia y la formación de la Luna

LA TIERRA, AL parecer, sufrió un gran impacto al comienzo de su historia, y esto está directamente relacionado con nuestra luna. Se conoce como el impacto Theia y fue mucho más importante de lo que se piensa para el origen de la vida.

Hoy en día la teoría más aceptada es que la primitiva Tierra sufrió un colosal impacto por un cuerpo del tamaño de Marte que arrancó parte de su corteza formando un disco de materia que se colisionó formando la Luna. Sabemos que la Luna se formó en la misma región del sistema solar que nosotros, que su composición corresponde aproximadamente con la corteza de la Tierra y que es unos 100 millones de años más joven, concretamente 4.550 millones de años.⁷¹

Al respecto, podemos decir que al comienzo de la historia de nuestro sistema solar existían muchos protoplanetas, incluso muchos más de los que existen hoy. Un joven planeta llamado Theia, del tamaño de Marte, impactó la Tierra en sus comienzos; dicho impacto fue descentrado, lo cual llevó a que la colisión destruyera a Theia y que un segundo impacto levantara millones de escombros al espacio. La onda expansiva del impacto se alzó por

⁷¹ Ángel Ferrer, "Cráteres en el sistema solar: la luna", *Huygens*, 12, (1998), 13, <https://bit.ly/3f80Q7e>.

todo el planeta, los escombros que quedaron en el espacio exterior y formaron un cinturón de anillos parecidos a los de Saturno. La Luna se formó de dicho cinturón que quedó por fuera del radio Ross a unos 22 000 kilómetros de la Tierra (si hubiera quedado dentro del radio, los escombros hubieran caído nuevamente a la Tierra). Se calcula que el proceso de formación tardó miles de años a través de la fusión de escombros en una roca de más tres mil kilómetros de diámetro.

La teoría canónica del gran impacto que surgió de estos primeros estudios propone que un choque de refilón con un objeto del tamaño de Marte creó un disco de escombros rocosos alrededor de la tierra. Más tarde, la fusión de estos fragmentos dio lugar a la Luna, un escenario que explicaría su elevada masa, así como la escasez de agua y de otras sustancias volátiles.⁷²

Como consecuencia de la cercanía de nuestro satélite con la Tierra, la influencia de la Luna resquebrajó la corteza terrestre, generando volcanes en erupción, esto produjo olas de tierra y magma. Gracias a ese impacto, el día solar duraba seis horas en esos primeros años, mientras la Tierra había comenzado su proceso de enfriamiento. En pocas palabras, la fuerza de la Luna fue 4000 mil veces superior a la actual. De este modo, la cercanía de la Luna hizo que se crearan súper mareas y esto sumado a la rápida rotación del planeta crearan súper tormentas, algo parecido a lo que sucede en los gigantes gaseosos.

Hace 4,530 Ma, sufrió el impacto de un último embrión planetario (Theia) que fue de enormes consecuencias para su evolución química e imposibilitando la formación de la vida durante esa época, pues el evento habría volatizado cualquier océano de agua o atmósfera que habría tenido la Tierra luego de la formación de su núcleo dejando en cambio un océano de

⁷² Simon Lock y Sarah Stewart, "El origen de la luna", *Investigación y Ciencia*, 514 (2019), 38.

magma activo por millones de años, donde la vida tampoco podría desarrollarse.⁷³

Actualmente, la Luna se encuentra a una distancia de 384 000 km. de la Tierra, esta se aleja a razón de 3 cm. cada año; para el desarrollo de la vida es fundamental ya que es la que fija el plano de inclinación de 23 grados y medio que tiene la Tierra sobre su propio eje. Esto trae como consecuencia que se haya estabilizado el clima, contrario a lo que sucede con Marte que no tiene su eje estabilizado. “El ciclo diario está relacionado con el impacto a través de una ley fundamental de la física: la conservación del momento angular. En el pasado, la Luna estaba más cerca de la Tierra así que esta giraba más rápido para conservar el momento angular; de hecho, habría tenido un día de 5 horas.”⁷⁴

Como consecuencia de estas fluctuaciones, se podrían exacerbar ciertas características de cada estación, por ejemplo, en el verano las temperaturas podrían subir más allá del punto de ebullición del agua y en el invierno, las temperaturas serían más frías que las del hielo seco; los casquetes polares de derretirían y las ciudades costeras quedarían bajo las aguas.

El bombardeo intenso tardío

HACE 3900 MILLONES de años la Tierra sufrió un bombardeo de meteoritos que, según se calcula, duró más 200 millones de años. Aunque los científicos dicen que este periodo pudo durar mucho más tiempo del estimado: “hasta ahora, se creía que este violento episodio duró unos 200 millones de años, pero una nueva investigación financiada por la NASA sugiere que, en realidad, el castigo celestial se prolongó durante mucho más tiempo, al menos durante 2000 millones de años más”.⁷⁵ La fluctuación de

⁷³ Fernando Ortega-Gutiérrez, “El origen geológico de la vida: una perspectiva desde la meteorítica”, *Tip, Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 18, 1 (2015), 75, <https://bit.ly/2zBpL5x>.

⁷⁴ Lock y Stewart, “El origen de la luna”, 38.

⁷⁵ Don Davis, “El bombardeo de los 2.000 millones de años”, *ABC*, modificado el 25 de abril de 2012, <https://www.abc.es/ciencia/abci->

los gigantes gaseosos llevó a que muchos de los meteoritos fueran lanzados al sistema planetario interno. Estos fueron los restos que quedaron de la formación del sistema solar.

De otro lado, los cristales de agua que se posan sobre la superficie del planeta llegaron gracias a este bombardeo cuando la temperatura en la superficie de la Tierra era de 80 grados centígrados. En otros términos, esta es el agua que nosotros utilizamos hoy en día. Según los científicos José María Trigo y Francisco Javier Martín, estas fueron las causas y consecuencias de dicho bombardeo:

Se inició cuando los planetas gigantes, Júpiter y Saturno, migraron hasta sus actuales órbitas, lo que produjo un impulso gravitatorio sobre cuerpos helados formados en varias regiones de la parte externa del sistema solar. Como consecuencia, una gran cantidad de objetos ricos en agua y en materia orgánica empezaron a impactar sobre planetas rocosos como la Tierra.⁷⁶

Este gran bombardeo tardío resultó fundamental, no solo por el agua esencial para la vida, sino para los procesos químicos en nuestra atmósfera, que se enriquecieron con los ingredientes básicos para la aparición de la vida. De hecho, la mayoría de cuencas y grandes cráteres de la Luna fueron provocados por el impacto de estos objetos enriquecedores, tal y como dataron las rocas lunares recogidas por las misiones Apolo.

Luego de formada la Luna, la Tierra y todos los cuerpos interiores del sistema solar 530-480 Ma después probablemente sufrieron el impacto tardío de millares de cuerpos asteroidales (planetesimales) y cometas kilométricos, evento que pudo tener consecuencias enormes para originar la vida o provocar su extinción, si es que ya había surgido antes de este evento.⁷⁷

bombardeo-millones-anos-201204250000_noticia.html.

⁷⁶ ABC, "Un bombardeo de asteroides cambio el destino de la Tierra", modificado el 13 de abril de 2011, <https://bit.ly/3hNLoRA>.

⁷⁷ Fernando Ortega-Gutiérrez, "El origen geológico de la vida: una perspectiva desde la meteorítica", *Tip, Revista Especializada en Ciencias*

Millones de años después del bombardeo, las aguas cubrieron la superficie del planeta, las islas volcánicas producidas por las erupciones de volcanes se unirán para configurar los continentes en una atmósfera que seguía siendo tóxica con un calor que no permitía todavía la vida en el planeta. Nuevamente la Tierra se ve bombardeada por meteoritos, pero esta vez traen consigo carbono y proteínas primitivas, aminoácidos del universo que alcanzan el fondo del océano.

Los elementos que se consideran fundamentales para la vida los tenemos en las explosiones de las estrellas: CHON (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno). Si mezclamos el carbono con otros elementos tenemos los compuestos orgánicos, si mezclamos hidrógeno con oxígeno tenemos agua. Los elementos forman compuestos y la vida comienza con la energía y la reacción de dichos compuestos. Ya sabemos que nuestra mayor fuente de energía es el Sol, pero además tenemos la energía que se produce en el planeta y los elementos que llegaron a nuestro planeta en los cometas y asteroides. “Los seres vivos de nuestro planeta estamos formados en un 96% por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (denominados conjuntamente elementos CHON), y si añadimos -27- el fósforo (P) y el azufre (S), el porcentaje sube hasta el 98%. Pero además existen aproximadamente una docena más de elementos químicos, que, aunque en pequeñas cantidades, también son indispensables para la vida que conocemos”.⁷⁸

Es imposible saber cómo o cuándo las sustancias químicas se unieron y generaron vida. Tal como lo señala Menor: “[...] el problema de la vida y su origen pone a prueba los límites de nuestra metodología de pensamiento científico y es en el viaje hacia su resolución donde encontramos su mayor aporte para el pensamiento humano, independientemente de dónde o cuándo se encuentre esta”.⁷⁹ El agua para este momento se encuentra repleta de bacterias unicelulares, las primeras formas de vida sobre

Químico-Biológicas, 18, 1 (2015), 76, <https://bit.ly/2zBpL5x>.

⁷⁸ Manuel Riveira Porta, *Vida extraterrestre* (Madrid: Agrupación Astronómica de Madrid, 2017), 26-27.

⁷⁹ César Menor Salván, “La química del origen de la vida”, *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 2 (2013), 128, <https://bit.ly/3d40mxh>.

la Tierra. Los científicos calculan que esto ocurrió hace 3800 millones de años después del bombardeo intenso tardío. Esta vida será de organismos unicelulares que carecen de manos, ojos y cerebro. El 85% de la historia de la vida ha sido de vida bacteriana, lo cual nos tendría que poner a pensar muchísimo sobre el tema de la evolución y el papel de la vida. Así lo señala Vélez:

Se sabe con seguridad, que hace 4.560 millones de años no existía ninguna forma de vida sobre la superficie de la Tierra, y que hace 3.800 millones de años, algunos seres vivos unicelulares ya habían dejado su impronta en rocas sedimentarias de la época, de lo cual se infiere que la evolución química de la vida que conocemos, si es que esta se generó en nuestro planeta, debió tardar cerca de 800 millones de años para cristalizar.⁸⁰

Se conocen hipótesis de cuándo comenzó la vida biológica en el planeta, pero no se puede contestar de forma satisfactoria cómo se dio este proceso. ¿Qué fue lo que dio origen a la vida en el ámbito unicelular? Esta pregunta sigue siendo un enigma para los científicos. Inicialmente se formaron unos sistemas autorreplicativos de ribonucleótidos; más adelante, estos sistemas fueron capaces de dirigir la biosíntesis de proteínas. Cuando un organismo absorbe algo del medio necesita de un proceso químico para convertir lo absorbido en energía, es lo que se conoce como la metabolización. Una vez ocurrida esta metabolización, se protegieron a sí mismos con una estructura lípida y se formaron de esta forma las células primigenias.

A la luz del conocimiento actual, parece claro que todos los organismos que viven actualmente sobre la Tierra provienen de esas células precursoras y simbólicas que abrieron las rutas de la vida y recorrieron un largo camino hasta convertir

⁸⁰ Antonio Vélez, *Del Big Bang al Homo sapiens* (Bogotá: Villegas Editores, 2004), 230.

nuestro planeta en un territorio de vida pluricelular y en algunos casos, inteligente.⁸¹

El medio en que la vida se pudo desarrollar ya existía de esta manera desde hace casi 4000 mil millones de años. Los océanos estaban llenos de esos compuestos precursores de la vida, que se pudieron unir para formar moléculas más complejas. Una de las teorías que goza de mayor aceptación es que la vida pudo comenzar gracias a las fuentes hidrotermales, aguas que estaban expuestas a rayos ultravioleta y energía eléctrica. Allí se pudieron sintetizar abióticamente las moléculas orgánicas necesarias para mantener las primeras formas de vida. Gracias a la energía aportada por los rayos al calor interno de la tierra, las moléculas se ensamblaron de forma natural, dando lugar a moléculas más complejas. Aunque no se encuentran registros fósiles de esta época

[...] debido a que los organismos con partes duras fosilizables evolucionaron en los últimos 600 millones de años, la mayoría de los fósiles conocidos corresponden a ese lapso, al tiempo que los organismos unicelulares o sin estructuras duras más antiguos no se preservaron, o fueron destruidos debido a que las rocas de esa época fueron recicladas por procesos geológicos o alteradas por elevadas presiones y temperaturas.⁸²

La vida de estos microorganismos ha probado ser mucho más resistente de lo que nos hubiéramos imaginado, tanto así que en las condiciones más hostiles del planeta se ha encontrado vida bacteriana. Los tripulantes del Apolo XII trajeron restos de una nave no tripulada en la Luna que llevaba años en el satélite bajo las condiciones del espacio, en la que descubrieron esporas de bacterias que se fueron como polizontes, estuvieron en la Luna y regresaron a la Tierra. Además, se han encontrado bacterias que viven a más de un kilómetro de profundidad en total ausencia

⁸¹ Carlos López-Otín, "Las claves de la vida: de la química a la biología molecular", *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 1 (2011), 17, <https://bit.ly/2YC6DN8>.

⁸² Alberto Riccardi, "Vida en la tierra", *Ciencia Hoy*, 18, 103 (2008), 9.

de la luz del sol y de oxígeno. También se cuenta con el hallazgo de las nanobacterias en los noventa del siglo XX. Apenas estamos comenzando a comprender las condiciones en que se hace posible la vida y la muerte en estos microorganismos.

El origen de la vida, o *biopoyesis*, se pudo producir en nuestro planeta, quizá varias veces, poco después de que hubiese agua líquida. Si la *biopoyesis* se produjo en Venus y Marte en algún momento de su historia «geológica», quizá no continuó en ninguno de ellos. Lo que hizo posible el mantenimiento de la vida en la Tierra fue el desarrollo de los ecosistemas, o *ecopoyesis*, que evitó el agotamiento de los elementos biogénicos de la superficie del planeta, lo que habría ocurrido en un tiempo máximo de 200 o 300 millones de años, y que habría provocado la extinción primigenia de la vida.⁸³

En términos del desarrollo de la vida, tenemos una atmósfera que inicialmente está compuesta de metano, amoníaco, agua e hidrógeno. El caldo primitivo tiene como propósito no solo explicar el origen de la vida sino cómo la química de los elementos y la biología de la vida están más juntos de lo que pensamos. Los elementos químicos sumado a la luz ultravioleta podría ser el comienzo de la vida en la Tierra. Otras teorías comienzan a hablar de cómo la vida llegó por medio de los meteoritos que se chocaron contra el planeta. Un meteorito que se encontró en la década de los sesenta mostró cómo los aminoácidos y células lipídicas ya existían en el universo antes de la formación del sistema solar. Hoy hemos descubierto estas moléculas en las nubes que dan origen a las estrellas. “La vida podría haber comenzado a partir de sistemas con elementos hereditarios individuales que son funcionalmente equivalentes a un nucleótido. Una extrapolación de la complejidad genética de los organismos a tiempos anteriores sugiere que la vida comenzó antes de que la Tierra se formara”.⁸⁴

⁸³ Ricardo Guerrero, Mercè Berlanga y Carles Puche, “¿Cómo es posible la vida en la tierra?”, *Mètode*, 85 (2015), 108, <https://bit.ly/2AYYLNy>.

⁸⁴ Alexei Sharov y Richard Gordon, “Life Before Earth”, publicado en marzo de 2013, <https://bit.ly/37GjceQ>.

Los elementos, al mezclarse, forman compuestos como dióxido de carbono, metano y agua. El carbono es un elemento maravilloso para la vida puesto que liga con otros elementos para formar compuestos orgánicos. Este será el inicio químico que se considera como pilar de la vida. Otra de las características de la vida celular es la delimitación al crear membranas como las paredes celulares y finalmente la capacidad de hacer copias.

La vida en nuestro planeta es toda la evidencia tangible de vida que tenemos. Es interesante analizarla desde la perspectiva de la astrobiología. En primer término, nuestro planeta se formó a una distancia del Sol que le permite tener agua líquida, que se considera *conditio sine qua non* para la vida. El origen de la vida puede fijarse en el momento en que las interacciones entre materia y energía produjeron sistemas autocatalíticos que pasan información de una generación a otra.⁸⁵

De tal suerte lo que tenemos son los aminoácidos, que se unen entre sí para formar las proteínas, y esta es la base del ADN, que servirá para copiar los seres vivos. El punto es que hay una delgada línea entre lo que se encuentra vivo y lo que no. Ese salto que hay entre lo animado y lo inanimado sigue siendo un gran misterio. Tal como lo señala Martines: “La vida es producto del azar”;⁸⁶ sin embargo, hoy los científicos piensan que hay pistas que pueden darnos una guía de cómo se hizo posible la vida, a través de un fenómeno común en todo el universo que se llama emergencia y que ayuda explicar cómo de la reunión de simples elementos se pueden obtener cosas complejas. “Las proteínas son complejas moléculas compuestas de aminoácidos ordenados en una secuencia caracterizada por su cantidad y estructura. La célula, entendida como la mínima estructura capaz de realizar las funciones vitales, está constituida por proteínas, la proteína más simple se compone

⁸⁵ Héctor D'Antoni, “Astrobiología, el origen de la vida y el cambio global”, *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 39, 3 (2005), 386, <https://www.redalyc.org/pdf/535/53539313.pdf>.

⁸⁶ Carmelo Martines, “Creación y evolución -origen presente y destino: un estudio en contraste”, *DavarLogos*, 10, 1 (2011), 8, <https://bit.ly/2UIGxak>.

de 50 aminoácidos, pero algunas lo hacen con miles”.⁸⁷ En otras palabras, la emergencia es la aparición de algo más de lo que se esperaba al unirse elementos aislados, como sucede con el polvo y gases que se transforman en estrellas y planetas; simplemente es el surgimiento de algo mayor que la suma de las partes. Esto es el resultado de las leyes de la naturaleza y el flujo de energía. Incluso hay patrones que se repiten de forma curiosa, una de las teorías más presentadas hoy en las comunidades científicas para explicar el origen de la vida en el planeta es aquella que señala que llegó en meteoritos y cometas (algo similar sucede con la vida a escala humana, el espermatozoide llega hasta el óvulo y de esta unión comienza una nueva vida).

Las formas de vida unicelular las podemos encontrar desde hace 3500 millones de años. En un océano poco profundo, nos encontraremos colonias de estromatolitos, colonias de bacterias que transforman la luz del sol en alimento. Este proceso lo conocemos con el nombre de fotosíntesis, donde se usa la energía lumínica para convertir dióxido de carbono y agua en glucosa. De este proceso surge el oxígeno. Los estromatolitos van llenando el mar de oxígeno. A su vez, el oxígeno convirtió los restos de hierro en el mar en óxido, formando depósitos de roca ferrosa. Sobre el agua, este oxígeno forma la atmósfera. Millones de organismos expulsando oxígeno tienen como consecuencia la creación de una atmósfera rica en este elemento. Si se modifica el entorno se pueden crear las condiciones óptimas para la vida multicelular. Con los primeros organismos unicelulares, el proceso de división celular crea copias exactamente iguales, aunque las mutaciones se convierten en los saltos cualitativos del desarrollo de la vida, más adelante esto lo permitirá el sexo. La aplicación de esto será la selección natural. “Algunas comunidades de estromatolitos son fotosintéticas: saben convertir la luz solar, el agua y el dióxido de carbono en alimento”.⁸⁸

⁸⁷ Diego García, Bony Casas y Marco Regalia, “Origen de la vida basada en la complejidad biológica de los organismos: una revisión”, *Vision Electrónica* 10, 1 (2016), 6.

⁸⁸ Sagan y Druyan, *Sombras de antepasados olvidados...*, 37.

La palabra “estromatolito” viene del griego y significa *cama de piedra*, y son colonias de microorganismos llamados cianobacterias, y que en la actualidad sobreviven por sedimentos marinos. Las cianobacterias liberan una sustancia mucosa que atrapa las partículas del sedimento y se endurece en capas a lo largo del tiempo. Durante el día liberan oxígeno mediante la fotosíntesis. También podríamos decir en palabras de Rodríguez que “[...] los estromatolitos son estructuras organosedimentarias litificadas laminadas, formadas por la actividad de microorganismos que atrapan y fijan el sedimento o producen la precipitación de minerales”.⁸⁹ De este modo, los estromatolitos aumentaron de forma considerable y comenzaron a cambiar de forma drástica nuestra atmósfera. En la medida que nuestra atmósfera se fue llenando de oxígeno, se favoreció la aparición del hierro que es fundamental para nuestra civilización.

Entre 2200 y 1900 Ma hubo un cambio importante en la atmósfera, cuando el nivel de oxígeno se incrementó por encima del 1% del nivel actual y se comenzó a formar la capa de ozono. Ello determinó que la cantidad de radiación ultravioleta que llegaba a la superficie terrestre fuese disminuyendo y perdiendo peligrosidad, de forma tal que los organismos pudieron establecerse en aguas cada vez más superficiales.⁹⁰

La vida bacteriana ocupa un 85% del total del tiempo que ha existido la vida sobre el planeta. Estos organismos unicelulares son los mayores responsables de la llegada del oxígeno a nuestra atmósfera. La Tierra cambió su entorno a favor de otras formas de vida que requieren de mayores fuentes de energía aun antes de la llegada de estas formas de vida.

⁸⁹ Marta Rodríguez-Martínez et al., “Estromatolitos: las rocas construidas por microorganismos”, *Reduca*, 2, 5 (2010), 3.

⁹⁰ Riccardi, “Vida en la tierra”, 9.

La tierra es un inmenso cementerio, y de vez en cuando sacamos de sus entrañas a algunos de nuestros antepasados. Podemos imaginar que los fósiles más antiguos que se conocen son microscópicos, descubiertos mediante concienzudos análisis científicos. Los hay así, pero algunos de los rastros más antiguos dejados por la vida en la tierra son fácilmente visibles a simple vista, aunque los seres que los dejaron fueron microscópicos.⁹¹

Por consiguiente, hace 1500 millones de años, la Tierra seguía su proceso de oxigenación con los estromatolitos; se calcula que el día para ese momento duraba dieciséis horas. El núcleo terrestre seguía caliente y las placas tectónicas habían creado un continente llamado Rodinia, que ocupaba la cuarta parte del planeta.

Alrededor de hace 750 millones de años, los días tendrían 18 horas de duración. El gran súper continente se partió en dos. La intensa actividad geológica generó una gran cantidad de volcanes. Estos despidieron dióxido de carbono a la atmósfera, y todo ese dióxido de carbono se mezcló con agua para producir lluvia ácida. Las rocas la absorbieron, incluido el dióxido de carbono, dejándolo atrapado. Como consecuencia, no hubo suficiente dióxido de carbono en la atmósfera para capturar el calor del Sol, y en unos pocos millones de años la temperatura bajó de golpe, hasta alcanzar -50 grados bajo cero. Esto, sumado a que Rodinia por su posición impidió el paso de las aguas tibias del Ecuador hacia los polos, generó que las regiones polares se congelaran y que el hielo alejara los rayos solares de la Tierra. Estamos, así, frente a la más larga era del hielo que se haya conocido en el planeta. Entre más hielo, más se refleja la luz del Sol nuevamente al espacio. Todo el planeta se encuentra en una capa de hielo de más de tres kilómetros. El resultado de este proceso fue que la gran mayoría de los organismos fueron extinguidos.

En este momento se debe sumar a todas las variables expuestas hasta este punto la de la tectónica de las placas. Según Gutiérrez: “[...] la mayoría de los cambios geológicos de la tierra ocurren a velocidades demasiado lentas para ser percibidas por los sentidos

⁹¹ Sagan y Druyan, *Sombras de antepasados olvidados...*, 37.

ordinarios del ser humano”.⁹² Pero estos cambios sí repercuten en la vida de las especies, ya que al transformar las condiciones de vida de dichas especies, estas se ven obligadas a la adaptación o desaparición. La actividad geológica, producida por la tectónica de las placas, será la encargada de cambiar la situación, por eso la erupción de los volcanes, el dióxido de carbono liberado en dichas erupciones será lo que comience a calentar nuevamente el planeta. Quince millones de años después el hielo comenzó a derretirse. Cuando el hielo se derritió se liberó peróxido de hidrógeno que, al descomponerse, libera enormes cantidades de oxígeno a nuestra atmósfera, aumentando los niveles de este en la atmósfera.

El origen de estos episodios se encontraría en cambios profundos del clima de la Tierra, debidos a variaciones en la concentración de dióxido de carbono atmosférico. Una vez que un episodio de glaciación comenzaba, la cubierta de hielo obligaría al CO₂ expulsado por los volcanes a permanecer en la atmósfera, en lugar de ser reciclado en la litosfera. La acumulación de CO₂ calentaría el planeta lo suficiente como para fundir el hielo.⁹³

El periodo criogénico se encuentra al final del eón proterozoico. Hace 600 millones la Tierra era un lugar más cálido y los días duraban 22 horas. Estas condiciones más el agua líquida que cubría gran parte del planeta eran el caldo de cultivo para el desarrollo de la vida. La atmósfera es más rica en dióxido de carbono, logrando un mayor efecto invernadero, elevando la temperatura del planeta y provocando lluvias ácidas más intensas, lo que aumentaba la meteorización química.

⁹² Fernando Ortega Gutiérrez, “Oaxaquia, historia de un antiguo continente”, *Ciencias*, 52 (1998), 30, <https://bit.ly/3d8e5Vu>.

⁹³ Alberto González Fairén, “Analizando la hipótesis de ‘Snowball Earth’”, *Espacial*, publicado el 6 de noviembre de 2012, http://www.espacial.org/planetarias/astrobiologia/snowball_earth1.htm.

El cámbrico y la explosión de la vida

EN EL PERIODO cámbrico nuestra atmósfera ya tenía el 70% del oxígeno actual. En un océano lleno de oxígeno la vida ha salido triunfante después de la glaciación, ya existen plantas y encontramos organismos multicelulares. Este se conoce como la explosión cámbrica. El paso de seres unicelulares a organismos multicelulares llevó a la exuberancia de la vida, y esto se debió al sexo, mecanismo mucho mejor que la duplicación celular. Hay gusanos esponjas y trilovitos. En este punto se da la famosa explosión cámbrica que se caracterizó por la selección natural, que garantizaba que solo los genes de los mejores se transmitieran. Hay cambios que se acumulan con el tiempo, donde los genes buenos se perpetúan; pero si los cambios son negativos, los genes desaparecen. Tal como lo señala Ruse en su artículo: “[...] hubo, hace unos 500 o 600 millones de años, una auténtica explosión de formas de vida y complejidad (la explosión cámbrica)”.⁹⁴

Este periodo sin duda es el más especial, pues significó la verdadera explosión de la vida; también fue el periodo donde existieron más especies animales. La competencia, entonces y ahora, sigue siendo el mecanismo evolutivo por excelencia. El desarrollo de caparzones, ojos y dientes representa algunos de los cambios propios del periodo cámbrico. Moreno señala al respecto que: “[...] tras la explosión cámbrica, la vida animal bullía en los mares mientras la tierra firme permanecía desierta; y lo atribuimos a que el oxígeno atmosférico, suficiente para permitir la expansión de los tipos animales en el agua, no era todavía bastante como para formar una gruesa capa de ozono que detuviera el exceso de radiación ultravioleta que resultaría letal en la superficie”.⁹⁵

Al final del periodo cámbrico ocurrió una serie de extinciones en masa, que nuevamente veía el final de varias especies, entre las cuales encontramos muchos braquiópodos; algunos, como

⁹⁴ Michael Ruse, “Darwin y la filosofía”, *Teorema*, 28, (2009), 16.

⁹⁵ Margarita Moreno Sanz, “La colonización de la tierra por los vegetales”, *Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba*, 11 (2003), 12, <https://bit.ly/3d3uzhT>.

los trilobites, también tuvieron grandes pérdidas. Pero al mismo tiempo llegarían nuevas especies con nuevas características. La muerte, en términos evolutivos, es el comienzo de otro camino; cuando una especie desaparece llega otra que está mejor preparada para el entorno, que tiene mejores herramientas; y cuando la especie no es capaz de responder a dichas condiciones, la especie le da lugar a la vida misma con su muerte a nuevas especies. Esta misma condición aplica para los individuos de nuestra especie.

Llegamos a hace 460 millones de años, el silúrico, donde las placas tectónicas vuelven a moverse por debajo hay un nuevo continente llamado Gondwana, con una cálida temperatura de 30 grados y niveles de oxígeno parecidos a los actuales. En la superficie de la tierra todavía no hay vida ya que el Sol hace imposible la vida por la radiación. Pero 50 kilómetros más arriba de la superficie cuando los rayos del Sol chocan con el oxígeno se forma el ozono. “El ozono es un gas incoloro e inestable de tres átomos de oxígeno (su fórmula química es O₃). Es un oxidante fuerte, muy fácil de producir, pero, a la vez, muy frágil y fácil de destruir”.⁹⁶ La línea de la vida nuevamente nos muestra que es muy tenue, nuestra vida depende de una capa que se tardó millones de años en generarse y que fácilmente se puede destruir. Al respecto dice Garrido:

Otra ventaja de la atmósfera oxigénica es la formación de O₃ (ozono), responsable de la creación de la capa de ozono que hoy conocemos, y cuya función es proteger la Tierra frente a la radiación UV. La flora y fauna de la Tierra no se ha mantenido intacta a lo largo de todos estos millones de años. Los procesos evolutivos y factores ecológicos han afectado considerablemente a estos cambios.⁹⁷

⁹⁶ Xiomara Ibeth Stavro Tirado, “Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia”, *Producción+Limpia*, 2, 1 (2007), 92, <https://bit.ly/37ElaLj>.

⁹⁷ Gonzalo Garrido Buñuelos, “¿Está la tierra en nuestras manos o vivimos a merced de nuestro planeta?”, *Cuadernos del Tomás*, 1 (2009), 196-197, <https://bit.ly/3fdooJL>.

Paradójicamente, muchas de las actividades humanas hoy atentan contra la capa de ozono; los combustibles fósiles, motor de la economía moderna, los clorofluorocarbonos y otras sustancias no solo ponen en peligro la salud de las personas, sino que también amenazan con acelerar un proceso de calentamiento global que podría traer enormes consecuencias negativas para la vida en todo el planeta.

El ozono estratosférico (O₃) es un gas. En la estratosfera, situada entre los 10 a 40 km sobre la superficie del suelo, la capa de ozono protege el planeta de la radiación ultravioleta tipo B (UV-B), de longitudes de onda entre los 280 y los 315 nm, biológicamente perjudicial.⁹⁸

Por otro lado, la vida continuaba en el mar con los artrópodos que habían evolucionado en el brontoescorpio, solo que este mide un metro y tiene branquias. Dichos animales son los mejores predadores del silúrico, y algunos de estos escorpiones alcanzaron hasta tres metros. Serán estos brontoescorprios los primeros en salir a la playa, toman oxígeno de su sangre y la coraza que tienen los ayuda a resistir los rayos del Sol. Con el paso de los años se desarrolla la mandíbula y las cuatro extremidades, y con estas, nuestros ancestros salen del agua y dan los primeros pasos por la tierra. Inicialmente fueron estancias esporádicas, pero con el paso de los años encontraron un nuevo hábitat rico en alimento y oportunidades. “El ambiente se hizo también más hospitalario al calentarse el clima y subir el nivel del mar, que inundó masas de tierra bajas, creando hábitats marinos poco profundos, que resultaban ideales para generar nuevas formas de vida”.⁹⁹ Finalmente, en el periodo cámbrico, como sucedió en otros periodos, hubo una serie de extinciones en masa durante las cuales muchos braquiópodos y otros animales desaparecieron. Los

⁹⁸ Marco Vinicio Sánchez Vega, “La capa de ozono”, *Biocenosis*, 21, 1-2 (2008), 65-66, <https://bit.ly/2YHUyWU>.

⁹⁹ National Geographic, “Período cámbrico”, publicado el 5 de septiembre de 2010, <https://bit.ly/2YcodIT>.

trilobites, que fueron tan comunes durante este periodo, también desaparecieron, dando lugar a nuevas formas de vida.

La explosión de una estrella

EN EL PERIODO ordovícico, una supernova que se encontraba a unos 10 000 años luz de la Tierra explota, y una ráfaga de rayos gama choca con la Tierra. Estos rayos cambiaron la química del aire mismo. La primera en sufrir fue la atmósfera, pues se aumentaron las cantidades de dióxido de nitrógeno, se creó gran cantidad de humo y niebla y la temperatura cayó vertiginosamente.

Nuestro planeta está siendo bombardeado constantemente por partículas provenientes del espacio que reciben el nombre de rayos cósmicos y que consisten principalmente en protones, núcleos pesados, partículas alfa y beta y radiación gamma. La atmósfera actúa como un filtro y disminuye la cantidad de esta radiación que llega a la Tierra, pero no su totalidad.¹⁰⁰

Pero otra consecuencia de este óxido nitroso fue la destrucción de la capa de ozono, que es la capa que nos protege de los letales rayos ultravioleta. La explosión de una estrella a muchos años luz fue la causante de la primera gran extinción. Hasta ahora habíamos visto cómo las amenazas a la vida en el planeta estaban en nuestra geología, clima, atmósfera, en nuestro vecindario inmediato del sistema solar; pero ahora aparecen las amenazas de las estrellas más cercanas. Esta se considera la primera extinción en masa ya que puso fin a la primera diversidad de vida que albergó el planeta.

Quiero sostener aquí la tesis según la cual no es posible comprender plenamente el significado y el alcance de la teoría de la evolución sin comprender, al mismo tiempo, su contracara, por así decirlo. Se trata de la teoría de las extinciones. Esta teoría tiene una tarea difícil que explicar, a saber: por qué

¹⁰⁰ Gabriel González y Carolina Rabin, *Para entender las radiaciones: energía nuclear, medicina, industria* (Montevideo: Dirac, 2011), 21.

existe y ha existido el fracaso y, más exactamente, cómo es posible que la mayoría de los fenómenos, sistemas, seres vivos, empresas humanas, fracasen.¹⁰¹

Las formas vivas han ido cambiando según sus necesidades y requerimientos, se ha diversificado y se ha especializado. Factores terrestres y extraterrestres fueron determinantes en la historia de la vida y la muerte en el planeta. En muchos momentos la vida tuvo que volver a comenzar, las glaciaciones, la actividad volcánica ya había cambiado la experiencia de la vida y la muerte para las diferentes especies que habitaban el planeta.

El final de este periodo fue marcado por otra extinción en masa hace 443.7 millones de años (con un rango de variación de 1,5 millones de años) se presume que esta extinción fue resultado de una gran glaciación ocurrida en el continente Gondwana durante el ordovícico tardío. Para el siluriano algunos organismos se rediversificaron entre ellos destacan los braquiópodos, briozoarios, gasterópodos.¹⁰²

Solo basta recordar el meteorito del cretácico, el desplazamiento de las masas continentales, los cambios en los ecosistemas terrestres y marinos o los cambios globales de temperatura que generaban glaciares o creaban desiertos. Cada una de estas condiciones han sido las responsables de la desaparición de muchas especies.

El devónico y la capa de ozono

HACE 360 MILLONES de años nos encontrábamos en el devónico. La capa de ozono ya se había espesado y lograba evitar que los rayos mortales del Sol llegaran a la tierra. Las primeras en colonizar la Tierra son las plantas, que liberarán más oxígeno y por

¹⁰¹ Carlos Eduardo Maldonado, "Evolución, teoría de las extinciones, complejidad", *Acta Biológica Colombiana*, 14, (2009), 284, <https://bit.ly/3e3PSB7>.

¹⁰² Mohammad Badii, Jerónimo Landeros y Victoriano Garza, "Historia evolutiva de la vida", *Culcyt*, 24 (2008), 8, <https://bit.ly/2Xlp4Ay>.

ende se ampliará la capa de ozono. La vida de los seres humanos en el planeta depende del oxígeno, no solo porque es el gas que respiramos, sino también porque el oxígeno es la base del ozono que nos protege de los rayos ultra violeta.

El Devónico (417-354 Ma), que se puede considerar un período de "exaltación" evolutiva, homologable con la "explosión cámbrica" de animales y una gran diversidad de plantas, dará paso a una etapa, el carbonífero (354-290), durante la cual se acentúan los procesos de diversificación interna en los grupos de plantas ya existentes, que dio lugar, como consecuencia primordial, a la aparición de los primeros grandes bosques.¹⁰³

Otro tema importante que no se debe pasar de largo es el de los continentes. Hoy identificamos siete continentes separados por grandes océanos, que como principal consecuencia han estabilizado el clima en todo el planeta, con unas condiciones ideales para los seres humanos y que favorecieron la aparición de la civilización. El hecho es que la fuerza más poderosa del planeta es el de los desplazamientos de las grandes masas continentales. Así, el planeta ha estado sometido a un constante cambio, que podría traducirse como una danza de vida y muerte que lo remodela permanentemente. Dichos desplazamientos se deben a que los continentes están sobre las placas tectónicas y estos movimientos se deben a la diferencia de calor entre el núcleo del planeta y la superficie. La temperatura en el núcleo de la tierra es de 5000 grados, alcanzando temperaturas parecidas a las de la superficie del Sol; este calor es consecuencia del bombardeo que sufrió el planeta al comienzo de su formación y de la descomposición radioactiva de los elementos pesados del núcleo. El calor que sale del núcleo crea corrientes de convección en el manto de la tierra y como consecuencia de este proceso, el calor funde parte del manto y manda torrentes de magma y roca fundida hacia la superficie. Esto

¹⁰³ Rosa Lobato Cameselle y José Cidrás, "Evolución vegetal: la conquista de la tierra firme", *Universidad de Vigo. Arquegoniadas* (2013), 1, <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/Lobato-y-Cidras-2012.pdf>.

origina grietas entre las placas formando nuevas rocas que separan y mueven los continentes. Todo esto se convierte en una manera muy eficiente de liberar calor del núcleo.

Según la tectónica de placas, la Tierra cuenta con una capa externa y rígida, la litosfera, de unos 100 a 150 kilómetros de espesor; cabalga a lomos de una capa plástica y caliente del manto terrestre, la astenosfera.¹⁰⁴

El último supercontinente lo conocemos con el nombre de Pangea, cuyo nombre viene del griego y se traduce como *toda la tierra*; todos los continentes que conocemos en la actualidad conformaban este supercontinente. Estas grandes masas de tierra tenían efectos sobre el clima del planeta, ya que el centro del continente, por encontrarse lejos del mar, generaba cambios dramáticos entre estación y estación, siendo muy caluroso en el verano y demasiado frío en el invierno. Esto significa que era un mundo más inhóspito y menos habitable. La vida y la muerte de las especies en el planeta han estado determinadas no solo por hechos fortuitos como los choques de meteoritos contra el planeta, la explosión de una supernova, los cambios climáticos, etc., sino también por la configuración de los continentes y su repercusión en el clima, y, por ende, en el clima del planeta y en las condiciones en que se pudo desarrollar la vida, inicialmente para las especies vegetales, para los animales y por últimos para nosotros los seres humanos.

Mientras tanto, en el agua los peces asesinos son los reyes del mar, con especies que alcanzan los cinco metros de largo y pesan más de dos toneladas. Los anfibios fueron evolucionando, al comienzo los huevos debían ser depositados en el agua, pero luego estos huevos se depositaron en la tierra, y las criaturas que salieron pudieron respirar oxígeno. Estos fueron los primeros reptiles. La vida vegetal, al momento de la muerte, se condensaba en gruesas capas sobre el piso de materia putrefacta. Durante miles

¹⁰⁴ James Brendan Murphy y Damian Nance, "La formación de los supercontinentes", *Investigación y Ciencia*, 339 (2004), 14-15, <https://bit.ly/37eoCOe>.

de años serán comprimidas y se transformarán en betas de carbón. El carbón está compuesto por plantas que murieron hace 300 millones de años, en el periodo carbonífero. En ese momento la Tierra tenía 40% más oxígeno que en la actualidad; los artrópodos eran de tamaños gigantescos, las arañas eran del tamaño de las cabezas humanas, las libélulas del tamaño de las águilas actuales; mientras que los reptiles han desarrollado un corazón que les permitía bombear sangre y oxígeno a la cabeza y los músculos, lo que les permitió correr sin descansar. “Los primeros bosques en el carbonífero temprano presentaban tamaños sobresalientes y en este periodo existía oxígeno abundante y se dio una explosión de vida. En las zonas pantanosas comenzó una gran diversificación de especies vegetales y estas incrementaron su tamaño”.¹⁰⁵

El periodo pérmico

HACE 280 MILLONES de años, la Tierra se encontraba en el periodo pérmico inferior. Fue la era de los reptiles gigantes, aunque estos no serán los que darán origen a los dinosaurios. Los reptiles se han extendido por todo el mundo, se encuentran en un súper continente llamado Pangea, y la lucha es con los extremos de las estaciones, de un verano abrasador a un invierno helado. En este clima han aparecido las coníferas primitivas. Como es una sola masa continental, los animales están en todas partes y el océano que es cálido y poco profundo también es rico en vida animal. Sin embargo, a pesar de esta riqueza, al final del periodo pérmico el 90% de la vida, tanto en la tierra como en los océanos, habría de extinguirse.

Entre todas esas catástrofes planetarias, los científicos están de acuerdo en que la peor de todas fue la que tuvo lugar hace 250 millones de años. Conocida como “la gran mortandad”, a la gran extinción del pérmico solo sobrevivió un 10 por ciento

¹⁰⁵ Claudia Teresa Hornung Leoni y María Teresa Pulido Silva, “Viajando del Carbonífero al Jurásico: una historia contada a través de las plantas”, *Herreriana* (2009), 1, <https://bit.ly/3edqjO3>.

de las especies animales y vegetales de cuantas habitaban entonces el planeta.¹⁰⁶

En los siguientes cincuenta millones de años, el planeta se encuentra en la era paleozoica, y el periodo se conoce como el pérmico, quizás una de las épocas más importantes en la historia geológica, ya que se terminó con la gran extinción hace 250 millones de años. En este periodo, el mundo se encuentra colonizado por reptiles gigantes, como los listrosaurios, y por reptiles asesinos, como los gorgonopsidos. Pero todos estos animales se extinguirán, cerca del 90%, en la extinción pdel periodo pérmico. En un clima más seco y con mayor oscilación térmica aparecen las gimnoespermas.

La recopilación de los datos paleontológicos disponibles nos permite estimar que el 57% de las familias de organismos marinos presentes en el pérmico desaparecen en el límite p/t, llegando al 83% de los géneros y el 96% de las especies según algunos autores. Es considerada la mayor extinción de todas las acaecidas en el fenozoico desapareciendo totalmente grupos tan representativos durante el paleozico como los trilobites, gigantostráceos y fusilínidos; los corales rugosos y tabulados son brutalmente diezmados, prácticamente desaparecen los medios recifales y no se vuelven a recuperar hasta el ananisense con los hexacorolios.¹⁰⁷

La extinción en este periodo no fue causado por el espacio exterior, como había sucedido millones de años atrás; esta vez la muerte llegó desde las profundidades de la tierra y un solo evento mató al 95% de todas las especies. Estamos hablando de la gran extinción del pérmico, donde una de cada veinte especies sobrevivió. En la década de los noventa encontraron la razón:

¹⁰⁶ José Manuel Nieves, "La gran extinción que casi acabó con la vida en la Tierra", *ABC*, modificado el 28 de mayo de 2012, <https://bit.ly/3ORqoDh>.

¹⁰⁷ José Bienvenido Díez Ferrer, "El registro paleobotánico y el tránsito pérmico-triásico", *Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba*, 11, (2003), 43, <https://bit.ly/37edksZ>.

los basaltos siberianos, miles de kilómetros de lava que brotaron a través de fisuras en la corteza, enormes pulsos de calor que ascendieron desde el núcleo de la tierra. Estas trampas eructaron lava por más de un millón de años.

La razón de esta extinción se encuentra en lo que es la actual Siberia, allí hace 250 millones de años un océano de lava líquida surgió desde más de 90 km, de profundidad, generando una erupción que duro miles de años, pese a que las erupciones volcánicas duran poco tiempo. Aunque los volcanes son alimentados por un conducto, en este caso fueron cientos de conductos que conectaron la corteza y el manto; así nos lo señala Rivera: “[...] un calentamiento global muy rápido debió darse a finales del pérmico creando un efecto invernadero muy severo, lo cual se propone fue una de las causas de la gran extinción permotriásica”.¹⁰⁸ La atmósfera queda saturada de azufre y dióxido de carbono, el primero devuelve la luz del Sol al espacio y el segundo acelera el efecto invernadero; el azufre cuando cae en forma de lluvia se convierte ácido sulfúrico y quema todo sobre lo que cae. Se elevan los niveles de dióxido de oxígeno, se calienta la atmósfera y la vida se pone en riesgo. Cincuenta años después la lava trasporta un nuevo asesino a la superficie: el metano. Siberia se encuentra sobre una de las fuentes más grandes de carbón y atrapado en el carbón está este gas. El metano es un gas de efecto invernadero más potente que el dióxido de carbono. Estos gases son nivelados por la vegetación, pero las pocas plantas que hay no pueden con los niveles de estos gases. “Un potente gas con efecto invernadero que contribuye con aproximadamente el 18% del calentamiento global ocasionado por actividades productivas con animales domésticos, superado sólo por el CO₂”.¹⁰⁹ Como consecuencia de la presencia de este gas mueren las plantas, mueren los herbívoros y finalmente los carnívoros. En el lecho marino calienta el agua, las corrientes marinas han desaparecido

¹⁰⁸ Silvia Rivera-Olmos et al., “Cambio climático global a través del tiempo geológico”, *Investigación Universitaria Multidisciplinaria*, 10 (2011), 118.

¹⁰⁹ Juan Carmona, Diana Bolívar y Luis Giraldo, “El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo”, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18, 1 (2005), 50, <https://bit.ly/2UUD1ty>.

y el océano parece un gran pozo séptico, cuando todo esto sucede se pierde oxígeno, el agua caliente retiene mucho menos oxígeno que la fría, cuando esto pasa la fauna marina comienza a morir, las algas son las únicas que sobreviven y comienza la salida de metano del fondo del océano. El metano es mucho más mortífero y se encontraba congelado en el fondo del océano. Para el momento la temperatura es de 40 grados sobre la tierra. Este proceso duro 500 mil años. El 95% de la vida ha sido liquidada. Sobrevive lo que se esconde bajo la faz de la tierra.

Desde el albor de la vida, las especies se han extinguido, abriendo el camino para el desarrollo de nuevas especies que pudieran utilizar mejor el medio ambiente. Por esta razón las extinciones juegan un importante papel en la evolución de la vida.¹¹⁰

La gran mayoría de animales y especies de plantas que han habitado el planeta ya desaparecieron. La mayoría de extinciones siguen a periodos de enfriamiento del planeta, y todo enfriamiento viene acompañado de una glaciación. Hace 200 millones de años, el continente Pangea se extendió de polo a polo; el planeta se estabilizó, la vegetación regresó, la lluvia ácida desapareció; y la especie que dominará en estas condiciones son los dinosaurios, lo que nos ubicará en el triásico. Aunque este periodo sigue caracterizándose por grandes extinciones, se calcula que en este periodo desaparecieron el 20% de los animales marinos, la mayoría de los reptiles y los grandes anfibios. Hacia finales de este periodo comienza el fraccionamiento del súper continente, su clima en términos generales fue caluroso y seco, lo que dio lugar a la formación de grandes desiertos. Ya para finales del periodo aparecen los precursores de lo que posteriormente serán los mamíferos. También al final del periodo se produce otra gran extinción y solo sobreviven las tortugas, los cocodrilos, los precursores de los mamíferos y los dinosaurios. “La extinción a

¹¹⁰ Mohammad Badii y José Luis Abreu, “Los efectos de la extinción de las especies”, *Daena: International Journal of Good Conscience*, 3, 1 (2008), 623, <https://bit.ly/37aUltC>.

fines del triásico fue temporalmente extensa, a diferencia de los otros eventos de extinción masiva del Mesozoico”.¹¹¹

El mundo jurásico

NOS ENCONTRAMOS EN el jurásico, periodo ubicado entre hace 200 y 55 millones de años. Pangea ya se ha dividido en Laurasia y Gondwana, del cual salió Australia; posteriormente Laurasia se dividió en Norteamérica y Eurasia, dando origen a nuevas especies de mamíferos. En términos de clima podríamos decir de este periodo que se incrementaron las lluvias y, por ende, bajó la temperatura en todo el planeta, la vegetación se hizo mucho más exuberante y también aparecieron muchas especies de animales. Lo que hoy es Norteamérica y Europa estaban en gran parte sumergidos en mares poco profundos. “Los cambios climáticos, acompañados por cambios en la propia distribución de las masas terrestres emergidas y de los mares existentes, hacen imposible referirse a una única flora o vegetación mesozoicas, ya que fueron floras y vegetaciones diferentes, tanto en el tiempo como en el espacio ocupado”.¹¹² Por su parte, en el periodo cretácico hubo bosques de coníferas y helechos. Los primeros dinosaurios aparecieron hace 210 millones de años, unos reptiles que mantenían el equilibrio en sus dos patas traseras, inicialmente fueron pequeños, ágiles y muy buenos asesinos. Uno de los primeros dinosaurios será el celifisis. Hace 190 millones el continente de Pangea se rompe. El hueco que se crea se rellena con un nuevo océano conocido con el nombre de Tetis. La muerte de los peces sumado al plancton en este lugar, durante diez millones de años, y la presión de las rocas enterrando a estos animales traerán como consecuencia la formación del petróleo.

¹¹¹ Marcelo Leppe et al., “Paleobotánica del Triásico Superior del valle del río Biobío, Chile: clase Filicópsida”, *Revista Geológica de Chile*, 33, 1 (2006), 82, <https://bit.ly/37trc2z>.

¹¹² Carmen Diéguez, “Flora y vegetación durante el Jurásico y el Cretácico”, *Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba*, 11, (2003), 54, <https://bit.ly/2MLCNAX>.

Hace 180 millones de años la placa de Norteamérica sigue alejándose de la euroasiática y la separación entre ambos continentes se rellena con un nuevo océano: el Atlántico. Cada vez que el planeta se reinventa, los supervivientes deben adaptarse y evolucionar. La importancia de este océano es que de sus corrientes dependen el clima de América, Europa y África.

El Océano Atlántico empezó a surgir a finales del periodo triásico (hace 200 millones de años). En el triásico, la tierra emergida estaba toda unida en un continente denominado Pangea que empezó a separarse a finales del triásico y principios del jurásico.¹¹³

Este océano presenta grandes movimientos tectónicos, generando sismos; aunque si se comparan con los de otros océanos son de menor magnitud. Las zonas de sismos se encuentran en las zonas de subducción. El clima es muy variable debido a su gran extensión, aunque la corriente del Atlántico norte es fundamental para el clima de Europa y Estados Unidos. Otro aspecto importante del clima son los vientos, que genera la época de huracanes en el Atlántico norte.

Hace 65 millones de años nada sobre la tierra podía amenazar el poder que tenían los dinosaurios, la amenaza venía del espacio. Un meteorito de 10 km. de diámetro impactó en lo que hoy es la península de Yucatán. Las consecuencias se vieron a escala planetaria. El meteorito tenía una altura de once kilómetros.

Las consecuencias del impacto de un asteroide de unos 10 km. de diámetro serían devastadoras. Se liberarían 100 000 megatonnes de energía, o lo que sería igual, cinco millones de bombas atómicas como las de Hiroshima. Además de un gran terremoto de magnitud 12 de la escala de Richter, vientos

¹¹³ María Belén Zayas Fernández y Jesús Vías Martínez, "El Atlántico a través de su representación cartográfica", *Revista de Estudios Internacionales*, 1, 1 (2016), 6, <https://bit.ly/2BLAhi4>.

de hasta 500 km/h y temperaturas en el punto de impacto 100 000 °C.¹¹⁴

Al momento del impacto se desencadena la energía de millones de bombas nucleares, dejando un cráter de unos 300 kilómetros de diámetro y derritiendo todo alrededor. Los desperdicios rocosos pudieron alcanzar 640 kilómetros de diámetro y una onda de choque produjo vientos de 1600 kilómetros de velocidad. Lluvia de rocas, terremotos y tsunamis se combinaron inmediatamente después del impacto. El impacto lleva trozos de la corteza hacia el espacio, algunos chocarán con la Luna otros con los demás planetas, pero la gran mayoría caerá nuevamente a la Tierra, en forma de lluvia de meteoritos, calentando la atmósfera como nunca había ocurrido. De este modo, el polvo envuelve todo el planeta y la superficie se calienta hasta los 275 grados. La atmósfera queda tan caliente que enciende la vegetación de manera espontánea en todo Estados Unidos y en la mitad de los bosques del mundo, lanzando dióxido de carbono y metano el equivalente de quemar combustible fósil de tres mil años en solo una semana. Esto también destruyó el agua de los ríos y acabó con la vegetación acuática y los animales. “El evento del límite K/Pg constituye una de las crisis de extinción más relevantes de la historia geológica. Se conoce desde el siglo XIX y se ha utilizado para marcar el límite entre el cretácico y el paleógeno”.¹¹⁵

En el agua sucedió lo mismo. Se acabó el plancton y esto afectó toda la cadena alimenticia. Los científicos calculan que le tomó más de cien mil años al ecosistema para recuperarse y tres millones de años al océano. En el momento de la gran extinción los niveles de los océanos eran mucho más altos que hoy en día. Gran parte de Norteamérica se encontraba sumergida en el agua, pero los niveles descendieron y esto trajo climas más continentales. Los puentes de tierra nuevos unieron masas continentales.

¹¹⁴ Manuel Buil, “La caída de un gran asteroide y sus consecuencias”, Impactos de asteroides y extinciones en masa, <https://bit.ly/2N6OvG1>.

¹¹⁵ Eustoquio Molina, “Causas de los principales eventos de extinción en los últimos 66 millones de años”, *Revista de la Real Academia de Ciencias*, 62 (2007), 41, <https://bit.ly/37xEn2p>.

La evolución no es un suceso observado sino deducido. Dado el poco tiempo de observación que llevamos de la naturaleza en comparación con el tiempo de existencia de vida sobre la tierra, es muy difícil que haya comprobación fehaciente de ella. Pero, dado que se ha demostrado la imposibilidad de la generación espontánea, la deducción es que los seres vivos han debido tener su origen en el pasado del mismo modo que ahora: a partir de otro ser vivo.¹¹⁶

De este modo, mamíferos del mundo actual son los supervivientes de una larga historia que empezó hace unos 195 millones de años, justo en la época de los dinosaurios, que se parecen un poco a las actuales musarañas. En los primeros millones de años, los mamíferos siguieron siendo pequeños animales inconspicuos, probablemente de actividad solo nocturna. Pero cuando se produjo la desaparición de los dinosaurios a finales del cretácico, la Tierra fue el nicho ideal para el dominio de los mamíferos. Desde entonces, muchas clases diferentes de mamíferos, grandes y pequeños, carnívoros y herbívoros, terrestres y acuáticos han evolucionado, florecido y desaparecido, siendo sustituidas por otras más nuevas aún.

Según muchos expertos, la causa de la crisis biótica sería un cambio climático relativamente lento asociado a grandes emisiones volcánicas y a una paleogeografía cambiante, en la que desaparecieron extensas plataformas hasta entonces inundadas. Muchas especies que sobrevivieron a la crisis del impacto se extinguieron después, durante el paleoceno.¹¹⁷

De tal forma que el fin del cretácico marcó el inicio de una nueva era conocida como la cenozoica, que en griego significa

¹¹⁶ Antonio Pardo, "El origen de la vida y la evolución de las especies: ciencia e interpretación", *Scripta Theologica*, 39, 2 (2007), 553, <https://bit.ly/2UOEQU>.

¹¹⁷ Nieves López Martínez, "La extinción de los dinosaurios y su registro en los Pirineos meridionales", en *Actas de las II Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno* (Burgos: Salas de los Infantes, 2001), 72.

nuevos animales, nueva vida. El periodo inmediatamente después de los dinosaurios es el paleógeno, donde lo que se pudo ver fue el crecimiento de la población de mamíferos. Otro grupo de animales que tuvo un gran crecimiento fue el de las aves. Los reptiles, por su parte, se vieron muy diezmados y los tiburones pasaron a ser los amos de las aguas. Crecieron los arrecifes de coral y aumentó considerablemente el número de peces. En este periodo aparecieron los cactus y las selvas tal como las conocemos hoy. Y comienza la formación de las grandes cadenas montañosas que modificaron el clima en todo el planeta, creando su variedad y los diferentes hábitats.

Si bien grandes cadenas montañosas como las Rocosas y los Andes iniciaron su proceso orogénico durante el mesozoico, tuvieron sus momentos culminantes durante el cenozoico. Asimismo, los Alpes y el Himalaya constituyen extensos orógenos casi enteramente formados en el cenozoico.¹¹⁸

La ausencia de depredadores había tenido como consecuencia que los mamíferos pudieran crecer sin ningún rival en los nuevos nichos ecológicos. Muchos de estos mamíferos eran roedores hoy extintos. Algunas aves fueron evolucionando. Los reptiles sufrieron la extinción de muchas especies y los nuevos amos de los océanos eran los tiburones que se aprovecharon de la gran cantidad de especies gracias al surgimiento de la cantidad de corales. Gran parte de la flora también se extinguió, sin embargo, helechos, árboles y angiospermas volvieron a crecer. Dentro de este periodo hubo una gran extinción, por un calentamiento global, que duró aproximadamente 10 000 años que, según se cree, comenzó por la liberación de grandes cantidades de metano del suelo.

El límite P/E ha sido definido en el corte de Dababiya (Egipto) y datado en hace 55,8 Ma. El criterio de correlación utilizado es una anomalía negativa del $\delta^{13}C$ en cuya base se produce

¹¹⁸ Gerardo Veroslavsky, Martín Ubilla y Sergio Martínez (Eds.), *Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales. Cenozoico* (Montevideo: Dirac, 2004), 16.

un evento de extinción de los foraminíferos bentónicos. Esta crisis es una de las más grandes de la historia de los pequeños foraminíferos que vivían en los fondos marinos batiales y abisales (Kennet y Stott, 1991; Thomas y Shackleton, 1996) y habría sido provocada por un fuerte aumento de la temperatura de los fondos oceánicos.¹¹⁹

Desde el eoceno se ve cómo las aves comienzan una época de dominio en varias partes del planeta. Hace 15 millones de años, por ejemplo, en Suramérica existió un tipo de ave que podía alcanzar una altura de 2 m. y pesar hasta 180 kg. y que se conoció como el ave del terror, ya que por primera vez era un depredador de todo un continente pues llegaron hasta Norteamérica; aunque allí se encontraron con los lobos y los tigres dientes de sable quienes finalmente fueron los responsables de su extinción. En este periodo surgen, además, los primates más antiguos que se conocen. A la muerte de los dinosaurios los felinos colonizaron gran parte del mundo. Suramérica, que se encontraba aislada hace 6,5 millones porque no se había formado el istmo de Panamá, tuvo unas condiciones muy particulares. Se constituía de grandes sabanas rodeadas de bosques y la mayoría de los mamíferos eran herbívoros, que vivieron unos 60 millones de años. Hace 5 millones de años las erupciones volcánicas crearon a Panamá y unieron a todo el continente americano. Sin embargo, el eoceno fue de una gran estabilidad climática.

El oligoceno

HACE 30 MILLONES de años se dio el periodo oligoceno, etapa fundamental porque se considera como un tiempo de transición entre el sistema del eoceno al actual. Hay un aumento de tamaño en muchas de las especies, aumentan los pastizales y hay una mayor variedad de mamíferos; pasamos de un clima más caluroso y húmedo a un clima que viene en un proceso gradual de enfriamiento, permitiendo el regreso de los grandes bosques y

¹¹⁹ Molina, "Causas de los principales eventos...", 46.

dejando algunos lugares para las estepas sabanas; además, sigue el proceso de congelamiento de los polos, por lo cual desciende el nivel del agua y quedan más tierras disponibles para los animales. Y aparece la corriente circunvalar antártica que ayuda al enfriamiento del clima.

Las épocas eoceno y oligoceno corresponden a un momento de la historia de la Tierra en el que se registran grandes cambios climáticos y geográficos, que tuvieron importantes consecuencias sobre la biota. Desde finales del eoceno medio hasta el límite eoceno/oligoceno se produjo una transición del clima cálido y sin casquetes polares, al clima global más frío y heterogéneo con casquetes polares.¹²⁰

Hace 20 millones de años se demarca el periodo neógeno, donde nuestro planeta adquiere la forma con los continentes y océanos tal como los conocemos actualmente. Si pudiéramos mirar desde el espacio, nuestro planeta por primera vez sería familiar a la imagen tradicional que tenemos de él. Gran parte de la Tierra se encuentra cubierta por gran cantidad de capas herbáceas, lo que dio lugar a especies herbívoras. También aparecieron las gramíneas, especialmente maíz, cebada y alpiste.

Luego comienza el último periodo, el cuaternario, que no incluía la edad o piso gelasiano, que comienza hace 2.5 millones de años y termina hace 1.8. Se encuadra en la última parte del plioceno.

El cuaternario está representado en gran parte de la cubierta superficial de la Tierra, con rocas, sedimentos y fósiles muy bien preservados que permiten estudios sumamente detallados. Esta situación hace que la escala de resolución temporal en este período difiera sustancialmente de la del

¹²⁰ Raquel Fenero et al., "Evolución paleoambiental del tránsito Eoceno-Oligoceno en el Atlántico sur (sondeo 1263) basada en foraminíferos bentónicos", *Geogaceta*, 49 (2010), 3, <https://bit.ly/2MHhUWX>.

resto de la historia del planeta, y se pueda trabajar con lapsos de tiempo muchísimo menores (miles o cientos de años).¹²¹

El pleistoceno comienza hace 2.59 millones de años y finaliza hace unos 12 000 años, siendo más específicos en el 10 000 a. C. El hielo se extendió en forma de glaciares sobre más de una cuarta parte de la superficie terrestre, llegando hasta el paralelo 40 en algunas zonas. El común denominador de esos últimos milenios fue el clima glacial. El nivel de los mares descendió unos 100 metros y la vida tuvo que adaptarse a las nuevas condiciones o desaparecer. En las regiones libres de hielo, la flora y la fauna dominantes eran esencialmente las mismas que las del período anterior, el plioceno. Nuevamente el clima termina siendo determinante en la vida y la muerte de las especies en el planeta.

El que no se hayan estudiado los cambios climáticos en el pasado ha sido consecuencia de tres factores: la corta memoria que los grupos humanos tienen sobre los hechos catastróficos; el que se considere que solo los fenómenos climáticos de los últimos siglos han tenido incidencia en el devenir humano; y el hecho de que la mayoría de los historiadores le hayan restado importancia a la influencia del clima en los acontecimientos históricos recientes, además de rechazar la idea de que los cambios climáticos actúan como catalizadores de hechos fundamentales en la historia de la humanidad.¹²²

Nuestra historia ha estado plagada de momentos difíciles, no solo como especie sino como planeta. Ha sido un camino lleno de vicisitudes, trampas mortales y un alto grado de accidentalidad. La vida aparece, evoluciona y en algún momento desaparece, para dar paso a otras especies, con otras características. En otras ocasiones la muerte de las especies está amarrada a circunstancias fortuitas y en otras a eventos accidentales.

¹²¹ Veroslavsky, Ubilla y Martínez, *Cuencas sedimentarias de Uruguay...*, 14.

¹²² Rogelio Jiménez Marce, "Reseña de 'La pequeña Edad de Hielo. Cómo el clima afectó a la historia de Europa. 1300- 1850' de Brian Fagan", *Siglos Históricos*, 27 (2012), 149, <https://bit.ly/2YFg26Q>.

Los primeros homínidos y sus prácticas alrededor de la muerte

COMENCEMOS SEÑALANDO QUE hace unos siete millones de años el clima del planeta era distinto al clima que nosotros experimentamos. Para la época de los primeros homínidos se contaba con un clima mucho más cálido y húmedo en comparación con el clima que se tiene en la actualidad. El cambio climático en el continente africano trajo consecuencias muy importantes que favorecieron la aparición del *homo sapiens*; es así como un clima mucho más caliente logró la desaparición del bosque y la posterior llegada de las praderas obligó a los animales a adaptarse a su nuevo entorno. Además, las especies de primates que siempre habían permanecido en los árboles se vieron obligadas a descender a la tierra, caminar erguidas y enfrentar nuevos retos. Este momento en términos históricos dio origen a nuestro linaje. Así lo señala Ayala: “[...] el linaje humano se separó del linaje del chimpancé hace unos 6 o 7 millones de años”.¹²³

Como se había señalado en el capítulo anterior, el clima es importante no solo en la historia humana, sino también en la historia de la vida de nuestro planeta. Ya se ha visto cómo los cambios climáticos de menor o mayor orden terminaron afectando la vida en la Tierra para las diferentes especies. Solo es recordar lo que significó el cambio del clima en el periodo pérmico.

El clima evoluciona en el tiempo como consecuencia de factores ajenos al mismo, como son la latitud geográfica, la altitud, la distancia al mar, las orientaciones del relieve terrestre respecto al Sol, la dirección de los vientos y las corrientes oceánicas. Estos factores y sus variaciones en el tiempo producen cambios en los elementos constituyentes del clima, como son temperatura, presión atmosférica, vientos, humedad

¹²³ Francisco Ayala, *¿Soy un mono? Una obra que se lee en un día y da respuestas para toda la vida* (Barcelona: Ariel, 2011), 19.

y precipitaciones, de forma que las fluctuaciones en el tiempo pueden ser consideradas como sistemáticas o caóticas.¹²⁴

El clima ha sido una de las fuerzas generadoras de vida y muerte en el planeta, de forma directa e inmediata ha sido la causal de la desaparición de muchas especies y por ende de la llegada de nuevas. Algunas veces también ha generado cambios en intervalos de tiempo más largos pero inexorables para las especies que habitan en un periodo de tiempo determinado. En otras ocasiones no es el clima directamente sino la naturaleza la que se ha manifestado como modeladora de esta dinámica de la vida y la muerte en el planeta; erupciones volcánicas, cambios en el eje terrestre, entre otras, han sido esas fuerzas motivadoras de las dinámicas de la vida y la muerte para las especies que habitan o habitaron el planeta.

En el campo de los homínidos, ya al *homo erectus* había alcanzado el dominio del fuego, sentía la muerte de sus congéneres y no solo los lazos se habían estrechado entre los miembros de la comunidad, sino que cada vez tenía una mayor capacidad para cuestionar, pero no entendía que lo que había pasado con la muerte de los suyos. Por otro lado Los *habilis* abandonaban los cadáveres, como sucedía con las especies que los antecedían, porque si no caminaban eran víctimas de los predadores. Vivían en grupos familiares pequeños, hay evidencias de que se cuidaban los unos a los otros y además se ocupaban de los miembros enfermos y heridos. Por primera vez aparece en la familia del homo este sentimiento de preocupación y solidaridad por el otro. Se han encontrado en diferentes lugares esqueletos de *homo erectus* sin dientes, pero que sobrevivieron a esta condición porque alguien masticaba la comida por ellos, rasgo que también fue distintivo de la especie de los *homo sapiens*. Los *homo erectus* desaparecen de la India, después de la erupción del Toba y en Asia se encuentran cráneos hasta hace 30 000 años, que dan cuenta de su paso por la tierra. Esta especie compartió tanto con los neandertales como con

¹²⁴ José Luis Useros Fernández, "El cambio climático: sus causas y efectos medio ambientales", *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 50 (2013), 73, <https://bit.ly/3fEs9rL>.

los *homo sapiens*. Sin embargo, nuevos hallazgos nos muestran que otras especies de homínidos, como el *homo floresciensis*, apodados los *hobbits*, vivieron hasta hace 18 000 años atrás. Caminaron por la tierra cerca de dos millones de años y de los cuales todavía no tenemos mucha información.

Hay un hecho que no es menor: el *homo erectus* ya se ocupaba de sus enfermos y era solidario con los miembros en condición de discapacidad, un rasgo muy común también en los *homo sapiens*. Pero todavía no se han hallado vestigios de que enterraran a sus muertos o que tuvieran ritos alrededor de la muerte. Esa capacidad de simbolizar la muerte y posteriormente de ritualizarla la veremos más adelante en otras especies.

Así que la cuestión de la vida y la muerte como aparente oposición entre dos estados que se niegan el uno al otro para generar diversas prácticas sociales y culturales, constituye el ángulo de este estudio a fin de explicar las estrategias simbólicas que regulan las relaciones entre las personas y las culturas a partir de la dicotomía vida/muerte que subyace en la práctica de rituales funerarios.¹²⁵

Los neandertales y su vivencia de la muerte

HOY SE SABE que los neandertales y los *homo sapiens* compartieron en Europa por lo menos 10 000 años y en oriente próximo unos 50 000 años. También, por marcadores genéticos, sabemos que ambas especies se separaron hace aproximadamente 600 000 años, por lo que se puede decir que los neandertales no son los antecesores de los *homo sapiens* sino que vivieron junto con los *homo sapiens*. Los cambios climáticos en la época de los neandertales le dan un cambio en el eje de la Tierra, haciendo que el polo norte se incline alejándolo del Sol, se extienda hasta la parte norte de Europa y Norteamérica y que las temperaturas

¹²⁵ Delci Torres, "Los rituales funerarios como estrategias simbólicas que regulan las relaciones entre las personas y las culturas", *Sapiens*, 7, 2 (2006), 109, <https://bit.ly/30SC74H>.

bajen hasta 11 grados en todo el planeta. Como ya hemos visto, los cambios en el clima generan cambios en el hábitat y en los humanos, de tal manera que la piel se vuelve más blanca para aprovechar mejor las pocas horas de luz en el día, su cabello se vuelve lacio y grueso, lo que los protege del frío, y su estructura muscular es más adecuada al terreno accidentado. “Aunque es perfectamente lícito preguntarse qué rasgos poseídos por los humanos modernos ya estaban presentes en especies previas de homínidos, los neandertales no deberían medirse por el único rasero (bien en el sentido negativo o bien en el positivo) de su similitud con los humanos anatómicamente modernos”.¹²⁶

Los neandertales podían caminar erguidos, eran mucho más fornidos, tenían un pecho más robusto que el nuestro, lo que les ayudaba a proteger los órganos vitales del frío, y unos miembros cortos, que servían para retener el calor. Estas características se han considerado como una adaptación al frío de la época. Pero la gran diferencia estaba en sus músculos, que eran mucho más fuertes que los del hombre actual. También sabemos que dominaban el fuego y que utilizaban ropas sobre sus cuerpos, lo cual supone simbólicamente una forma de cultura. “Dos aspectos del comportamiento de los neandertales que nos llaman poderosamente la atención, porque los aproximan mucho a nosotros, son el uso del fuego y la práctica del enterramiento de sus muertos”.¹²⁷

Hoy sabemos que los neandertales, por las condiciones tan difíciles, no tenían un promedio de vida alto; la gran mayoría fallecía antes de cumplir los cuarenta años y mucho de ellos ya habían desarrollado enfermedades, como la artritis, después de los treinta años. Necesitaban consumir en la parte más dura del invierno unas 7000 calorías diarias y en otras estaciones consumían 3000 calorías. Esta cantidad de calorías llevaba a que la búsqueda de alimentos fuera una tarea muy ardua, por ende, las lesiones también aparecían con mucha frecuencia. También sabemos que

¹²⁶ Sergio Balari et al., “La importancia de ser moderno. Problemas de método e ideología en el debate sobre la cognición y la conducta de los neandertales”, *Ludus Vitalis*, 18, 34 (2010), 148, <https://bit.ly/3f4V3kw>.

¹²⁷ Juan Luis Arsuaga e Ignacio Martínez, *La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana* (Madrid: Temas de hoy, 2001), 260.

cuidaban a sus enfermos y que debían tener conocimientos, así fueran básicos, de medicina.

Los neandertales vivían básicamente de los animales que cazaban y su principal fuente de alimento eran las proteínas aportadas por las carnes de dichos animales. Por el nicho ecológico sabemos que tenían poco acceso a los frutos de los árboles o a los granos, lo cual también marca el constante peligro al que vivían expuestos por el ejercicio de la cacería y por la disputa de comida que en algún momento pudo suponer rivalidades con los *sapiens*, que contaban con mejores herramientas para el ejercicio de la caza.

Un rasgo común con otras sociedades de cazadores recolectores sería la división sexual del trabajo; los hombres se dedicarían a la caza de los grandes herbívoros mientras que las mujeres quedarían a cargo de los miembros más jóvenes del clan y se encargarían de curtir las pieles, de la conservación de los alimentos y de la recolección de frutos y raíces.¹²⁸

Se sabe que fueron muy hábiles en la construcción de herramientas líticas, que se realizaban de diferentes formas y para diferentes finalidades, lo cual es la mejor evidencia de un pensamiento abstracto. En la medida que las actividades se volvieron mucho más complejas, las herramientas también debieron cumplir con un grado mayor de complejidad, lo que se evidencia en la siguiente lógica: si como actividad de supervivencia tengo principalmente la caza, tendré que tener las armas idóneas para dicha actividad; mientras más grande, veloz o fuerte el animal, mis armas deberán contrarrestar cada uno de estos atributos y mi lenguaje verbal y no verbal deberá estar de acuerdo con dichas necesidades. Todo fue llevando a que el comportamiento fuera cada vez más complejo en términos no solo de acciones sino de pensamiento.

¹²⁸ María Isabel Val López, "La extinción del homo neanderthalensis: exposición y análisis de teorías sobre la desaparición del neandertal", *Anuario del Centro de la UNED de Calatayud*, 21 (2015), 244, <https://bit.ly/30SEILZ>.

En este sentido, la conducta simbólica nace de la propia interacción social, entre los mismos miembros del grupo y de estos con otros, y del propio desarrollo socio-económico de estas poblaciones, apareciendo nuevas necesidades que solo pueden satisfacerse por medio del desarrollo de elementos de identificación social y/o personal.¹²⁹

Utilizaban las plantas con fines medicinales, además cuidaban a sus enfermos, como se había visto con el *erectus*; incluso hay evidencia fósil que algunos se recuperaban a pesar de sufrir graves lesiones. Para esto se valían del conocimiento que tenían de las plantas y del entorno que los rodeaba, mostrando que el cuidado no era solo una conducta entre dos seres, sino con utilización del conocimiento de lo que hoy llamaríamos medicina natural y la aplicación técnica de dicho conocimiento: “[...] los neandertales aliviaban sus dolores también con una especie de ‘aspirina’ hace 48.000 años masticando álamo, que libera una sustancia antiinflamatoria y analgésica, según una investigación precedente publicada a comienzos de marzo en la revista británica *Nature*”.¹³⁰

El cuidar a los enfermos ya nos da una revaloración de la vida por parte de los neandertales. En primer lugar, todo esto está inspirado en sentimientos de empatía o de compasión, es decir, cuidamos del otro porque reconocemos en ese otro un valor; también porque hay un vínculo cada vez más fuerte entre los miembros del clan que, incluso, trasciende el grado de utilidad del individuo enfermo: cuidamos no solo porque es útil, cuidamos porque ya hay una filiación entre los miembros de ese clan. Y comenzamos a establecer la relación entre la salud y la enfermedad, entre la vida y la muerte. Conocer este ciclo de salud y enfermedad les permitirá a los neandertales preguntarse por la vida y la muerte y hasta dónde ellos podrán tener injerencia en dichos ciclos.

El hombre de la prehistoria ya actuaba en respuesta a la enfermedad y no solo con conductas de cuidado, sino también

¹²⁹ Ángel Rivera, “Cognición y conducta de neandertales y humanos modernos”, *Revista Portuguesa de Arqueología*, 11, 1 (2008), 9, <https://bit.ly/2Yd4EjH>.

¹³⁰ El Tiempo, “El hombre de Neandertal era dentista y tomaba ‘aspirinas’”, publicado el 1 de julio de 2017, <https://bit.ly/3hmLcbz>.

utilizando lo que la naturaleza le iba entregando. Y este era un conocimiento que se transmitía de forma oral. Tal fue el caso del cáncer. Se tiene conocimiento de diferentes tipos de osteosarcomas que fueron tratados y cuidados por el espacio de años, ya que la causa de muerte de las personas terminó siendo algo distinto. Esta condición no solo fue común en el *homo sapiens*, ya que estos osteosarcomas aparecieron en los neandertales. Aunque desde el mundo egipcio se tenía identificada la enfermedad por Ihnotec, serán los griegos los primeros en darle el nombre con que actualmente la conocemos: “La primera aparición de una palabra para designar el cáncer en la literatura médica data de la época de Hipócrates, alrededor de 400 a. C.: *karkinos*, ‘cangrejo’ en griego”.¹³¹

Particularmente, en el yacimiento La Chapelle aux Saints se encontraron en 1908 los restos de un neandertal de unos 50 o 60 años de edad, al que le faltaban varios dientes, con una enfermedad periodontal y con una enfermedad degenerativa en el pie; pero se llegó a concluir que se cuidó e incluso se transportó por parte de otros neandertales. “Para Penny Spikins, investigadora del departamento de Arqueología de la Universidad de York (Reino Unido) y autora principal del estudio, esta *actitud compasiva* hacia los *enfermos y heridos* demuestra que los neandertales sentían emociones”.¹³² El sistema límbico es el que regula las emociones en todos los vertebrados; los neandertales tienen emociones ya que son vertebrados.

Los ritos funerarios y la muerte en los neandertales

EN LA MEDIDA que las condiciones son difíciles en términos climáticos, de alimentación o supervivencia, los hábitos de las tribus pueden cambiar de forma radical. Decíamos que las condiciones

¹³¹ Siddhartha Mukherjee, *El emperador de todos los males: una biografía del cáncer* (Barcelona: Debate, 2019), 34.

¹³² Laura Chaparro, “Aquellos amorosos neandertales”, *SINC*, publicado el 5 de julio de 2018, <https://www.agenciasinc.es/Reportajes/Aquellos-amorosos-neandertales>.

extremas hacían más vulnerables a los niños, los enfermos y los ancianos y la muerte de los más vulnerables puede significar la supervivencia de los demás miembros de la tribu de forma inmediata, aunque a mediano y largo plazo puede significar el fin de la especie. Se han encontrado tumbas de niños neandertales, pero es claro que en condiciones tan difíciles tendrán un valor muy distinto al de los otros miembros de la tribu. Sin embargo, está demostrado y aceptado por la mayoría de los investigadores, que el hombre de neandertal realizaba prácticas funerarias. El tipo de enterramiento consistía en una fosa localizada cerca de su lugar de habitación en la que se ubicaba el cadáver en posición fetal, y a veces se cubría con una losa o túmulo. Se utilizaba ocre para cubrir el cuerpo o como fondo, y se acompañaba de un ajuar funerario que consistía en algunos restos de comida, instrumentos de sílex o animales, e incluso, en algunos casos, la presencia de polen se ha interpretado como ofrendas florales.

Los neandertales enterraban, en ocasiones, al menos, a sus muertos. Lo hacían solo en el suelo de las cuevas que habitaban; no se ha encontrado nunca ninguna tumba neandertal fuera de ellas. Y el porqué de esa costumbre no nos resulta fácil de explicar. Como tampoco estamos seguros acerca del sentido mismo de los enterramientos.¹³³

Este es un comportamiento extraordinario sobre todo si tenemos en cuenta que son culturas nómadas, ya que pasaban mucha parte del tiempo persiguiendo los animales de los cuales se alimentaban. Su estadía en las cuevas se reducía a los meses más difíciles del invierno y sus lugares de vivienda estaban determinados por la migración de los animales de caza. Es maravilloso que ya tuvieran este sentido funerario ya que hasta el momento solo los neandertales y los *homo sapiens* lo han desarrollado.

¹³³ Francisco Ayala y Camilo José Cela Conde, *La piedra que se volvió palabra. Las claves evolutivas de la humanidad* (Madrid: Alianza Editorial, 2006), 108.

Estos hombres tenían otro punto en común con los *homo sapiens*, enterraban a sus muertos. Los cortes que logran observarse en los huesos dejan ver cierta regularidad como si se utilizaran para alguna especie de rito funerario. Se han encontrado cadáveres neandertales con huesos de osos de las cavernas dispuestos de forma especial, como si representaran una suerte de idolatría. Hoy sabemos que eran capaces de abstraerse y que tenían una mente como la nuestra.¹³⁴

Las tumbas halladas en diferentes partes de Europa y Oriente próximo son la mejor evidencia de que los hombres neandertales se enfrentaban a la muerte de manera consciente. Enterrar a los muertos puede ser señal de que había preocupación por el cadáver, podría ser para evitar que los animales de carroña se lo comieran, podría estar asociado a cierta idea religiosa o de inmoralidad o simplemente de cuidado así sea del cuerpo ya sin vida.

La práctica de enterrar a los muertos está asociada a los neandertales, los primeros en la familia de los homínidos de los cuales se tiene este registro. Esta práctica pudo estar asociada al hecho de que al vivir en cavernas que algunas épocas del año también eran refugio de otros animales, pretendían evitar llamar la atención de carroñeros o depredadores. Aunque es claro que el neandertal tuvo un sentido más elaborado de la muerte y del prójimo.

Al estudiar el registro fósil no encontramos signos de enterramiento voluntario nada más que en nuestra especie y en los neandertales. Pero con respecto a los neandertales no están claras las razones que les pudieron llevar a este hábito; es decir, si verdaderamente hubo voluntad, con todo lo que esto implica, o fue un mero impulso. Sabemos que los muertos huelen al pudrirse, y sabemos que los animales, por regla general, son muy higiénicos, sólo tenemos que ver a los gatos

¹³⁴ María Rosario Encinas Guzmán, "Estudio antropológico del comportamiento ante la muerte: humanidad e inhumanidad", *Cuariensia*, 4 (2009), 297, <https://bit.ly/2YcNBwQ>.

o a los perros que habitualmente nos rodean, como entierran sus propias heces.¹³⁵

En algunos entierros neandertales se ha encontrado el esqueleto separado del cráneo; o a esqueletos con objetos elaborados que hacían parte del ajuar del difunto; y hasta con objetos de asta y de piedra que los acompañarían al otro mundo. En algunas tribus africanas se desentieran los muertos y se limpian como una forma de respeto y de garantía de protección por parte del fallecido, lo que significaría ser una forma incipiente de religión. En este caso, cada vez se encuentran mayores evidencias de inhumación de cadáveres y por ende de un mundo espiritual complejo en los neandertales.

Lo señalado supone, en definitiva, que cuando por ejemplo atribuimos a los neandertales religiosidad o sentido estético (aunque solo sea 'un poco de religiosidad' o un 'mínimo' sentido estético), inevitablemente los estamos sometiendo a parámetros modernos que probablemente les fueran por completo ajenos.¹³⁶

Los neandertales no tuvieron grandes cambios evolutivos al final de su vida, a pesar del contacto con los *homo sapiens*; pero sí podemos afirmar que enterraban a sus muertos antes de la llegada de los *homo sapiens*. Esta no fue una conducta aprendida por los neandertales de los *homo sapiens*, sino que es una capacidad cognitiva realmente sofisticada. Dicha reacción ante la muerte nos hace únicos. Las demás especies entienden la muerte como algo irreversible, pero ninguna honra sus muertos con rituales como los del enterramiento. Los neandertales tenían esa capacidad de abstracción que hoy tiene el *homo sapiens* en el tema de la muerte.

Otro de los temas polémicos con los neandertales es el de la práctica del canibalismo, quizás debido al hambre o como una clase de ritual de muerte, no se puede olvidar las condiciones extremas

¹³⁵ Encinas Guzmán, "Estudio antropológico del comportamiento ante la muerte...", 297.

¹³⁶ Sergio Balari et al., "La importancia de ser moderno. Problemas de método e ideología en el debate sobre la cognición y la conducta de los neandertales", *Ludus Vitalis* 18, 34 (2010), 154, <https://bit.ly/3f4V3kw>.

en las que vivían. Uno de los yacimientos más controvertidos en relación con este asunto se encuentra ubicado en el Monte Circeo, en Italia. Allí, en 1939, un cráneo fue descubierto en el interior de un anillo oval de piedras. El *foramen magnum* había sido ensanchado y fracturado, convirtiéndose en la prueba de que el cerebro había sido extraído y consumido. “En ellos, los restos óseos presentan evidencias de desarticulación de miembros, descarnación y roturas de huesos largos con el fin de obtener el tuétano, al tiempo que se encuentran depositados junto a la demás fauna consumida”.¹³⁷

Nuestros parientes más cercanos son los neandertales, muchos aspectos de sus vidas comienzan a ser revelados en estos momentos, cada vez nos encontramos con nueva información y detalles que amplían nuestro conocimiento y percepción sobre estos compañeros de viaje. Es necesario mirarlos a ellos para comprender muchas cosas más de nosotros mismos.

La llegada del *homo sapiens*

LAS TRIBUS NÓMADAS de *homo sapiens* acompañan a sus muertos con rituales de paso al otro mundo. No solo se encargan de enterrar a los muertos, sino que acompañan el cadáver con objetos, adornan los cuerpos, los cubren con aceites, o adornan los lugares donde están enterrados. ¿Por qué nos ocupamos de nuestros muertos? Podría ser porque hemos proyectado sobre los muertos el amor que le teníamos a esas personas en vida. El recuerdo de las personas muertas sigue vivo en la memoria de las personas que aman a los que ya han partido.

La muerte, el sufrimiento y el dolor han acompañado al hombre desde la más temprana historia de la humanidad, y siempre ha reaccionado ante ella. Precisamente la forma de reaccionar

¹³⁷ Asier García-Escárczaga, “Análisis científico de Ao, el último neandertal (J. Maletierre, 2010)”, *Frame*, 9 (2013), 10, <https://bit.ly/3f1gJ0Q>.

ante la muerte nos habla de cómo es un pueblo, una cultura y una civilización, y sobre todo de cómo es el hombre.¹³⁸

Se han encontrado restos fósiles con posturas funerarias, como las manos dobladas sobre el pecho y sobre el estómago del cadáver, por otro lado, los restos fósiles se han hallado intactos, lo cual quiere decir que estaban fuera del alcance de los depredadores. Se han encontrado vestigios de que estos primeros *homo sapiens* enterraban a sus muertos con sus pertenencias más cercanas y, si ostentaban poder, se enterraban con símbolos de ese poder. Las primeras tumbas de la humanidad pertenecieron a los neandertales y tienen aproximadamente unos 100 000 años, pero será el *homo sapiens* quien llevará a otro nivel la experiencia de la muerte. Se han encontrado pruebas de estos ritos en el Monte Carmelo, en el actual Israel.

El problema de la eliminación de los restos se agudizaría con la estabilidad, si no nació con ella, proceso observable desde el hábitat cavernícola del paleolítico medio, que ofrece enterramientos en apariencia intencionales, y ya seguros, muy frecuentes, diversificados y ricos en el paleolítico superior.¹³⁹

De esto modo, el *homo sapiens* es quien le da forma al concepto de vida después de la muerte. Se considera que estas son las bases del pensamiento religioso. La idea de la eternidad llegará a todas las tribus de *homo sapiens* y esta mitigará la angustia por la muerte. El hombre puede traspasar los límites de su propia existencia, y por eso comienza el tiempo de los chamanes y el mundo espiritual. Esto se calcula que sucedió hace unos 50 000 años.

Según la antropología realista, el alma humana es espiritual y subsistente, pero también es forma del cuerpo. Ahora bien, la forma como principio de actualidad se manifiesta en diversos

¹³⁸ Encinas Guzmán, "Estudio antropológico del comportamiento ante la muerte...", 294.

¹³⁹ María Teresa Andrés Rupérez, "El concepto de la muerte y el ritual funerario en la prehistoria", *Cuadernos de Arqueología*, 11 (2003), 19, <https://core.ac.uk/download/pdf/83560553.pdf>.

órdenes de plenitud ontológica, por lo cual su oficio de forma debe entenderse analógicamente. Y su efecto informante en la materia refleja esa misma jerarquía: toda vez que materia *est propter formam*, puede apreciarse un salto de nivel en la organización de las partes materiales de la substancia natural cuando la forma en cuestión es un alma.¹⁴⁰

Las primeras comunidades de *homo sapiens*, cuando ya estaba el chamanismo esparcido, fueron patriarcales. El chamán es quien decide qué se hace y qué no se hace en la tribu. Este chamán tiene un vínculo muy especial con los elementos de la naturaleza y con cada uno de los elementos que componen dicha naturaleza. El aliento se convierte en un factor determinante para determinar la vida de los congéneres, es lo primero que se revisaba para determinar la muerte de un ser humano.

Sólo el rito funerario, la tumba, el ajuar, etc. permiten reconocer objetivamente a un ser humano frente a un homínido. La actitud ante la muerte nos habla de un ser cuyo entendimiento le permite conocer la fugacidad de su vida y le hace vivir con la incertidumbre de mañana.¹⁴¹

Somos una especie con éxito social. Este éxito consiste en ser querido y en que te quieran. Nuestra especie ha alcanzado el dominio ecológico, prueba de ello es la salida de África. Nuestra línea evolutiva es capaz de superar cualquier obstáculo, bien sea de amenazas externas como otras especies, del clima o internas, como parásitos o virus. Las fuerzas hostiles de la naturaleza pasan a ser los demás. En esta segunda parte quien modela la evolución humana es el ecosistema.

A lo largo del paleolítico superior, los adornos vinculados al HAM se hacen cada vez más complejos, evidenciando, incluso,

¹⁴⁰ Óscar Horacio Beltrán, "Homo sapiens: filosofía y ciencia. En busca de la definición de hombre", *Sapientia* 71, 238 (2015), 163, <https://bit.ly/30iVnlh>.

¹⁴¹ Encinas Guzmán, "Estudio antropológico del comportamiento ante la muerte...", 304.

la existencia de intensos intercambios de objetos y materias primas entre poblaciones. El auge de este fenómeno, que no es homogéneo en todo el territorio, se produce entre el paleolítico superior medio y los momentos finales, dando paso a unas nuevas producciones de adornos que reflejarán el tránsito entre los grupos cazadores-recolectores y las primeras poblaciones sedentarias y productoras de alimentos.¹⁴²

Ya en el paleolítico superior nos encontramos las siguientes características: el *homo sapiens* es el único homínido que queda sobre la tierra. “Mucho tiempo después de su origen el simbolismo se potenció enormemente y se convirtió en la base del comportamiento organizativo humano permitiendo la formación de alianzas y redes de trato”,¹⁴³ El *sapiens* no es solo la especie dominante en la actualidad, es quien ha construido vínculos más fuertes entre los miembros de la propia especie. Es decir, somos los únicos que tenemos sociedades altamente jerarquizadas y diferenciadas, y, por último, somos los únicos que hacemos posible la cultura.

Las sociedades de cazadores recolectores

HACE 12 000 AÑOS la temperatura aumentó radicalmente. Fue el fin de la edad de hielo. La temperatura se vuelve cálida en casi todo el planeta y en algunas regiones los incendios forestales son la pesadilla de los bosques. En este contexto los *homo sapiens* pueden parar de caminar, de forma tal que ya pueden construir asentamientos permanentes.

Desde hace unos diez mil años estamos en una época cálida, que ha permitido la actual expansión de la humanidad a partir del desarrollo de la agricultura. No debemos olvidarnos, sin embargo, de que se trata de un paréntesis dentro del periodo

¹⁴² Virginia Barciela González, “El origen del simbolismo en las sociedades paleolíticas: una visión a través de los adornos personales”, *Archivo de Prehistoria Levantina*, 31, (2016), 20, <https://bit.ly/2ASoTcY>.

¹⁴³ Cadena Monroy Luis Alvaro, “Biología, moral y exclusión”, *Revista Colombiana de Bioética*, vol. 2, núm. 2, julio-diciembre, 2007 216.

frío que supone el último millón de años. Además, en estos últimos diez mil años el clima tampoco ha sido absolutamente uniforme. Ha habido momentos mucho más fríos que los actuales y tiempos tan cálidos o más que el presente, pero estos pequeños ciclos de calor y frío han durado pocos siglos y sus efectos puede decirse que son moderados.¹⁴⁴

Por consiguiente, el clima trae una condición propicia para el desarrollo de la civilización, pasando de los grupos nómadas de cazadores a las ciudades con población permanente. Hoy tenemos conocimiento de civilizaciones como las sumerias, la asiria y los acadios, todas ellas anteriores a la civilización griega. Por supuesto esto se hizo posible gracias al dominio de artes como el de la agricultura, gran parte de nuestra comida ya no se caza, sino que se siembra, y esto se convierte en un factor determinante en el desarrollo de la civilización. “Uno de los acontecimientos más importantes en la historia humana ha sido el cambio de una economía sustentada en la caza y la recolección de plantas a una basada en la agricultura”.¹⁴⁵

Para esta época se calcula que existen más o menos tres millones de *homo sapiens*, algunos siguen teniendo una cultura nómada, mientras que otros ya son sedentarios. Para el nómada, la tierra es su casa y las cosas de la tierra pertenecen a todo el mundo, mientras los que se volvieron sedentarios construyeron recipientes de piedra para conservar el agua y los alimentos, refugios en piedra que tenían un árbol en medio, una casa que brindara calor afuera y fresco adentro. Todo esto llevó a que desarrollaran un sentido de la propiedad, donde necesitaron de las cosas para poder sobrevivir; posteriormente esto provocó un sentimiento de miedo ante la posibilidad de que les arrebataran sus bienes. La vida sedentaria trae una nueva unidad: la familia.

En solo 7000 generaciones el *homo sapiens* salió del África y colonizó todo el mundo. Ya tenían el conocimiento de las

¹⁴⁴ Arsuaga y Martínez, *La especie elegida...*, 58-59.

¹⁴⁵ Daniel Zizumbo Villareal y Patricia García Marín, “El origen de la agricultura, la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica”, *Revista de Geografía Agrícola*, 41 (2008), 86, <https://bit.ly/3hHQBKK>.

estaciones, asociaban las mismas con los animales que se podían cazar, diferenciaban el presente del futuro y enterraban a sus muertos. Los primeros humanos en salir de África, por el corredor del Nilo, llegaron hasta el Sinaí; pero no pasaron de este lugar, eso se sabe por los vestigios arqueológicos. 40 000 años después los seres humanos vuelven a intentar salir del África obligados por una sequía fruto del avance de los casquetes polares. La disminución del agua potable y el descenso en los niveles de los océanos obligó a los hombres a convertirse en pescadores.

Así, cuando hace 60 000 años los primeros *homo sapiens* llegaron a las tierras de Asia [...]. Posteriormente, hace alrededor de 50 000 años, una nueva oleada de cromañones comenzó a poblar, esta vez con éxito, el continente europeo y el centro de Asia. Esta segunda oleada, no procedía de África, sino de la región de Oriente próximo.¹⁴⁶

Para estos cazadores recolectores la naturaleza era objeto de asombro, producía en los hombres primitivos a la vez dos sentimientos como el miedo y el temor. Así se les atribuyeron a esas fuerzas de la naturaleza espíritus controladores, de ahí que las fuerzas de la naturaleza fueron convertidas en deidades. Es lo que hoy conocemos con el nombre de animismo. Cuando el hombre comienza a cuestionarse sobre la naturaleza, sobre las fuerzas que gobiernan dicha naturaleza, sobre su propia vida, sobre su propia muerte, este es el caldo de cultivo para el surgimiento de la religión. El antropólogo E. B. Tylor elaboró el concepto de doctrina de las almas, asegurando que se encontraba en todas las sociedades la creencia que dentro del cuerpo existe un ser que es invisible e intangible denominado alma. Para este momento el animismo sostenía la creencia de que una divinidad residía dentro de cada objeto, elemento, animal o planta, influyendo en la vida cotidiana. Tylor denominó su teoría como la doctrina de las almas, diciendo que esta idea del alma se encontraba de diferentes formas en todas las sociedades. De ahí aparece el concepto de animismo,

¹⁴⁶ Ignacio Martínez y Nohemi Sala, "La aventura del Homo sapiens", *Dendra Médica Revista de Humanidades*, 14, 1 (2015), 79.

la creencia que en el cuerpo habita una sustancia inmaterial que no sufre las mismas condiciones del cuerpo físico. El animismo será el precursor de las diferentes formas de religión que aparecerán posteriormente.

Inicialmente se entendieron estos pueblos como primitivos y salvajes, pero la observación de pueblos en esta época en condiciones de aislamiento ha llevado a cambiar este prejuicio de las sociedades primitivas. La forma como se explica la muerte, los sueños, la enfermedad, la clarividencia, la aparición de los muertos, surgieron los conceptos de alma y posteriormente de espíritu y se extendieron, posteriormente, a conceptos como espíritus de la naturaleza, ángeles y dioses. “La esencia de la creencia religiosa es la idea de Dios”.¹⁴⁷

Sumado al animismo también apareció en el periodo paleolítico el chamanismo, un conjunto de creencias que tenían que ver con la curación de enfermedades por parte de un chamán que tenía poderes que le eran concedidos por seres superiores, o espíritus superiores, prácticas que aportan una cosmovisión del mundo. El chamán tenía la capacidad de controlar el tiempo, interpretar los sueños, profetizar el futuro e incluso viajar a otros mundos. “En primer lugar, el hecho, ampliamente admitido por los etnólogos, de que el chamanismo está particularmente ligado a las economías de cazadores”.¹⁴⁸ Quizás asistimos por primera vez a las respuestas que el hombre da a la enfermedad, al dolor y la muerte. El chamanismo y el animismo son formas de espiritualidad, que son propiamente antecesoras de las grandes religiones, por eso apuntan a un trabajo espiritual de la persona. El chamán es quien viaja a esa otra realidad con una conciencia ampliada. Es una mediación entre el mundo de la materia y el mundo de lo espiritual. También aparecen los chamanes, líderes espirituales, que eran capaces de alterar su conciencia por medio de danzas, ritos y bebidas, invocado los poderes de la naturaleza, y en algunas ocasiones del animal que era cazado. Algunas de las pinturas que se han encontrado representan

¹⁴⁷ Lluís Duch, *Antropología de la religión* (Barcelona: Herder, 2001), 19.

¹⁴⁸ Jean Clothes, “El chamanismo paleolítico: fundamentos de una hipótesis”, *Veleia*, 24-25 (2007-2008), 269, <https://bit.ly/2MHOCHO>.

la experiencia del trance, en esas pinturas ya hay una referencia clara de un mundo espiritual.

Los chamanes, pero también otras personas en momentos privilegiados de su vida, tienen la capacidad de entrar en contacto directo con el otro mundo (nos referimos a lo que se percibe y se concibe como un contacto directo, y no como una oración o una súplica).¹⁴⁹

Algunas imágenes de hombres heridos hacen referencia al chamán entrando en trance. Así, las posiciones de los cuerpos en las danzas que duraban horas podían generar fuertes dolores en el estómago y los riñones, si el chamán siente dolor es porque los dioses les han otorgado el poder. “La característica que mejor define y que quizá más diferencia a los chamanes de los curanderos, adivinos, etc., es su capacidad de lograr acceder a estados alterados de la conciencia (trance o entrar en éxtasis), donde se produciría una separación del plano anímico (o del alma) y el plano físico (el cuerpo)”.¹⁵⁰ Ya desde el paleolítico medio se puede observar cómo los cazadores recolectores enterraban a sus muertos. Este comportamiento se vio motivado por el sedentarismo, pero no fue este sedentarismo su causa. Quizás el incremento de los vínculos afectivos con los miembros del grupo, la naciente espiritualidad y los comienzos de un sentimiento religioso pudieron ser determinantes en este tipo de prácticas. Estos cazadores recolectores de Europa enterraban a sus muertos en cementerios. En Dinamarca, por ejemplo, se encontró un cementerio con veinticinco cuerpos que reposan sobre la cornamenta de ciervos. Más adelante aparecerían los grandes monumentos de piedra como una manifestación de una forma de religiosidad.

Estas tribus caminaron por Europa hasta hace cerca de 4000 años. Ya en el horizonte comienzan a aparecer los pueblos guerreros. Utilizan los metales, los arcos y las flechas y además están organizados socialmente con un jefe que se encuentra a la

¹⁴⁹ *Ibíd.*, 275.

¹⁵⁰ Alberto Mingo Álvarez, “Chamanismo: el pasado en el presente”, *A Distancia* 23, 4 (2008), 50.

cabeza y al cual todos obedecen. Se cree que el final de los cazadores recolectores comenzó hace 5000 años en la media luna fértil. Ya estos pueblos se encontraban entre dos focos de civilización: los sumerios y los egipcios.

Antes de definir a los "primitivos" cazadores-recolectores por su ausencia de habilidades agrícolas, se debería aceptar que el manejo y cultivo de especies silvestres es una característica genérica de estos grupos, no un extraño factor externo. Lo que se debe profundizar es cómo y bajo qué criterios biológicos o sociales ellos conocen sobre selección natural de especies ya que están transformando el bosque dejando plantas bajo una presión selectiva y de control humano.¹⁵¹

Hoy no podríamos decir si la aparición del ser humano moderno en términos biológicos también implicó la aparición de los comportamientos modernos.

Estos se habrían originado en algún momento en los últimos 120 000 años y con seguridad hace 40 000. Para esta fecha, y sin considerar si los humanos proceden de África o de cualquier otro lugar, la humanidad ocupaba la mayoría de África, Asia, Europa y Australia. De este modo, los hombres culturalmente modernos han vivido y evolucionado por 40.000 y, quizás, por 120 000 años.¹⁵²

Este ha sido un camino de millones de años, donde las conquistas de la especie se han alcanzado desde el polvo de las estrellas que nos anteceden, hasta el fuego recién apagado de las especies que dominaron el fuego, pero que ya caminan con nosotros sobre el planeta.

¹⁵¹ Ruth Gutiérrez, "Cazadores-recolectores y el bosque", *Maguaré*, 17 (2003), 297-298, <https://bit.ly/30sPFn2>.

¹⁵² Kelly Robert, *The Foraging Spectrum. Diversity in Hunter-Gatherer Lifeways* (Washington: Smithsonian Institute Press, 1995), 333.

La muerte como experiencia humana: un recorrido histórico

EN PRIMER LUGAR, el ser humano, hasta donde tenemos conocimiento, es el único que es capaz de tener una vida que no se agota en el presente. Es decir, vivimos determinados por nuestro pasado y por la esperanza de un futuro. El tiempo del pasado lo denominamos historia; es un recurso de aprendizaje pues se puede aprender por lo que les ha pasado a otras personas, aunque no siempre es así. La ética y la política, en cambio, es el tiempo del futuro, porque es la construcción de cómo queremos vivir. La preocupación profunda por la muerte se da en el tiempo futuro. Al hombre no le preocupa la muerte como inmanencia, le preocupa la muerte como trascendencia. “La muerte se vuelve una preocupación cuando en vez de vivir el presente se mira hacia el futuro, proyectando los deseos más allá del límite presente”.¹⁵³

De igual importancia es el hecho de que la vida no le pertenece al hombre en su totalidad. No se puede ser dueño absoluto de la vida si negamos la muerte como parte fundamental de la misma, como sucede en el mito de Prometeo. Experiencias como la muerte, la enfermedad, el dolor y el sufrimiento dan cuenta de eso. En la mitología griega, el dios Prometeo es castigado por lo que les regala a los hombres, además del engaño a Zeus. De la misma manera, los seres humanos son castigados por utilizar atributos que son exclusivamente divinos; este castigo lo reciben a través de Pandora, de donde surgen los males que azotan la humanidad. Sumado a esto viene el castigo mayor: la esperanza de que las cosas pueden cambiar. El mito continúa y evidencia que los hombres no pueden vivir en sociedad; son condenados a vivir en soledad ya que cuando están juntos se asesinan entre ellos mismos, pero cuando están solos sucumben ante la propia naturaleza pues la única forma de sobrevivir es en sociedad.

¹⁵³ Manuel María Cruz Ortiz, “Vida y felicidad en la ética de Epicuro”, *Cuadernos Salamantinos de Filosofía*, 42, (2015), 19, <https://bit.ly/3foKrgm>.

Lo primero que separa a los dioses de los hombres es la condición mortal: “si el hombre no es propietario de su existencia, tampoco tiene el poder para ejercitar su dominio sobre algo que no le pertenece”.¹⁵⁴ Todo esto representa un sufrimiento muy grande para el ser humano, ya que es una herida a su narcisismo. El mito de Prometeo propone una distancia entre los dioses y los seres humanos, y esta distancia se evidencia en los atributos que son propios de la naturaleza divina y la humana. Prometeo nos dio la *syndéresis*, la capacidad natural para juzgar rectamente, y Zeus regaló la justicia para que los hombres puedan vivir en sociedad.

Cuando las tribus nómadas se enfrentaban a la muerte de alguno de sus miembros, este era abandonado en el lugar en que había fallecido y se convertía en presa de los animales de carroña, el rastro de los animales que eran su alimento no se podía perder. Pero los lazos se fueron estrechando y los muertos simplemente ya no dejaban de existir, aun después de la muerte se les podía cuidar, sus cuerpos se podían proteger y su memoria se podía preservar. De esta manera, la muerte deja de ser un signo de ausencia para convertirse en un símbolo de vida. Por consiguiente, las tribus nómadas de los primeros humanos comenzaron a acompañar a sus muertos con rituales de paso al otro mundo; no solo se encargaban de enterrar a los muertos, sino que acompañaban el cadáver de objetos que le habían pertenecido, adornaban los cuerpos con pigmentos y flores, los cubrían con aceites, o adornaban los lugares donde estaban enterrados. ¿Por qué se ocupaban de sus muertos? Sin lugar a duda, los vínculos se fueron estrechando cada vez más entre los miembros de dichos grupos y comenzó a vislumbrarse una vida más allá de la muerte. Pudo haber sido por amor, proyectaban sobre los muertos el amor que le tenían a esas personas en vida; el hecho es que lo que se hace por el cadáver también se hace por las personas que sienten la ausencia y el dolor por quien se ha ido. Por estas razones se preservaba el cadáver, se preparaba para la vida del más allá y se garantizaba su memoria; y para quienes lo hacían, se encontraba alivio en su dolor y un consuelo frente a la ausencia.

¹⁵⁴ Amparo Vélez Ramírez, “La eutanasia: el debate actual”, *Persona y Bioética*, 6 (1999), 147.

La muerte se define, esencialmente, como un hecho de orden biofisiológico, perteneciente a la naturaleza común de los procesos vitales del hombre y los animales, que ponen fin natural a los ciclos vitales de los diversos órdenes de los seres vivos de manera inexorable, pero solo en el hombre provoca una angustia radical, profunda y sobrecogedora, que exige una solución específica y una representación por los procesos de duelo y el luto.¹⁵⁵

La experiencia de la muerte encarna una obligación para las personas que sobreviven a la persona fallecida y es ocuparse de su propio dolor. A este proceso se le ha denominado duelo. Al respecto también señala Encinas:

La muerte, el sufrimiento y el dolor han acompañado al hombre desde la más temprana historia de la humanidad, y siempre ha reaccionado ante ella. Precisamente la forma de reaccionar ante la muerte nos habla de cómo es un pueblo, una cultura y una civilización, y sobre todo de cómo es el hombre.¹⁵⁶

Por ejemplo, sobre este tema de la muerte y de la necesidad de ocuparse del dolor, encontramos la primera leyenda que conocerá la humanidad: la historia de Gilgamesh en la tradición sumeria. Contará la historia del rey Gilgamesh que, frente a la muerte de su amigo Enkidu, saldrá a buscar respuestas al insondable misterio de la muerte. En el hombre no solo se identifica la necesidad de hacer algo con el cadáver, sino también de ritualizar la muerte como una forma de vivirla y comprenderla.

Para Beker, la motivación primaria del comportamiento humano es la necesidad biológica de controlar nuestra ansiedad básica, de negar el terror a la muerte. Las personas somos seres ansiosos por naturaleza porque, en última instancia, nos

¹⁵⁵ María Cruz Reglero Cano, "La muerte y el duelo", *Trabajo Social Hoy*, 2 (2007), 156.

¹⁵⁶ Encinas Guzmán, "Estudio antropológico del comportamiento ante la muerte...", 294.

encontramos indefensos y abandonados en un mundo donde nuestro destino es morir.¹⁵⁷

De esta forma, la historia de Gilgamesh es la primera leyenda que conocemos en la humanidad que trata la angustia que produce la muerte en los hombres. Cuentan unas tablillas hechas de barro con escritura cuneiforme, descubiertas en los palacios perdidos de los asirios, en la ciudad de Nínive, la historia de Gilgamesh, rey de la ciudad de Uruk, el edificador de murallas. Entre sus principales características, este rey poseía dos tercios de naturaleza divina y un tercio de naturaleza humana. Como rey, la gente decía que era un tirano, por lo que le pidieron a la diosa Aruru que le diera una contraparte; la diosa moldea en arcilla a un ser que llamará Enkidu, que tiene mitad de su naturaleza animal y mitad de su naturaleza humana. Está en el destino de estos dos seres encontrarse en algún momento con el único propósito de que Enkidu dé muerte a Gilgamesh por medio de un combate.

Hombre, viene del latín *homo*. Este término latino se deriva de otro indoeuropeo cuyo significado es "tierra", "hombre" en el sentido genérico de ser humano, significa hijo de tierra o terrestre. En este sentido el hombre se opone a los dioses, que son hijos del cielo o celestes. Designa al hombre tanto como varón como en cuanto a mujer.¹⁵⁸

En la leyenda de Gilgamesh, Enkidu se mantiene con los animales de pastoreo y les enseña cómo evitar las trampas y a los cazadores. Estos, muy preocupados, acuden al rey para contarle lo que está sucediendo, y cuando el rey escucha al cazador recuerda un sueño que había tenido unos días atrás en el que un ser, con dichas características, termina con su vida. El rey preso de preocupación decide enviar una mujer experta en las artes

¹⁵⁷ Rosa García-Orellán, "Antropología de la muerte: entre lo intercultural y lo universal", en *Cuadernos paliativos en enfermería*, Eds. Wilson Astudillo, Ana Orbegozo, Amaí Latiegi y Elena Urdaneta (San Sebastián: Sociedad Vasca de Cuidados Paliativos, 2003), 306.

¹⁵⁸ Jesús Avelino De la Pienda, "El éthos de la muerte", *Thémata. Revista de Filosofía*, 26 (2001), 86-87, <https://bit.ly/2AjHNcO>.

amatorias para que por medio del encuentro sexual lo humanice, de tal suerte que luego de yacer con ella aprenda el lenguaje y el amor que lo acerquen más a la condición humana.

Cuando por fin se conocen, Enkidu y Gilgamesh se enfrentan en combate. Cuenta la leyenda que el combate durará varios días con varias noches y en cambio de asesinarse uno al otro, se convierten en los mejores amigos y emprenden grandes gestas juntos. La diosa Istar al ver el ingenio de Gilgamesh queda prendada de él y le pide que se casen, pero el rey la rechaza, desatando la furia en el corazón de la diosa que busca venganza, y la encuentra finalmente envenenando a su mejor amigo que es Enkidu. Cuando Gilgamesh llega al lugar donde Enkidu se encuentra agonizante, la diosa le dice que deberá buscar en el plazo de un año el secreto de la inmortalidad si quiere salvar a su mejor amigo, y Gilgamesh sale en busca del secreto.

La inmortalidad es un viejo sueño de la humanidad. Ya se revela en los documentos más antiguos que se conservan. Gilgamesh la buscó desesperadamente en su largo y dificultoso viaje en busca del inmortal Utnapishtin. Buscaba cómo conseguir la inmortalidad; no le importaba los sacrificios que tuviera que soportar. Cuando llega a Utnapishtin este le recuerda su condición de mortal.¹⁵⁹

Gilgamesh sale en busca del secreto de la inmortalidad sin encontrarlo. Luego se encuentra con un rey llamado Utpanishtin y su reina; ellos conocen la inmortalidad porque los dioses, en premio a su obediencia, los habían hecho partícipes de la inmortalidad. Se les había ordenado construir una embarcación, ya que llovería por siete días con sus noches, meter en ella una pareja de cada especie de animales, y realizar sacrificios hasta que cesara la lluvia. Gilgamesh preguntó a los reyes por el secreto de la inmortalidad, pero la reina es quien le dice que su castigo consiste en buscar lo que no tiene respuesta. Gilgamesh salió desconsolado, pero la reina le dio una planta que podía curar a Enkidu del envenenamiento. Cuando el rey va de regreso, la planta es robada por una serpiente

¹⁵⁹ *Ibid.*, 93.

y Enkidu muere al regreso del impotente amigo: “Gilgamesh, como Adán, ha perdido la inmortalidad a causa de la astucia de la serpiente y es su propia estupidez. Del mismo modo que no pudo salir victorioso de las pruebas a las que lo sometió Ut-Napishtim, tampoco ha sabido conservar lo que había adquirido con ayuda de tanta benevolencia”.¹⁶⁰ El castigo se da como consecuencia de querer vencer a la muerte. En la leyenda queda claro que los seres humanos están llamados a la muerte y que los dioses castigan con vehemencia cualquier intento de vencer nuestra propia naturaleza.

¿Cómo nos apropiamos de la muerte? La única apropiación posible de la muerte es simbólica, nunca puede ser real, aunque esto sea lo que se pretende desde finales del siglo XIX hasta convertirse en una obsesión cultural en nuestra época. La primera manifestación clara de esta apropiación simbólica son los enterramientos de cadáveres, sin que para esta constatación importe que la tumba contenga una esperanza en otra vida o un simple gesto de respeto hacia el muerto protegiéndolo de los depredadores.¹⁶¹

Pero será el *homo sapiens* quien llevará a otro nivel la experiencia de la muerte. En ese sentido, son dos las grandes transformaciones que sucedieron en el periodo neolítico. Por un lado, surge la agricultura; posteriormente, vino la domesticación de los animales. Así lo afirma Matellanes: “[...] otra de las características que le sigue en importancia es la domesticación de los animales y las plantas, es decir, el paso de una economía de subsistencia, basada en la caza y la recolección, a uno de producción, basado en la agricultura y la ganadería”.¹⁶²

De este modo, la conquista de la agricultura y la domesticación de animales llevó a la creación de sociedades sedentarias, donde se dio una diversificación de los roles de trabajo y la aparición de las

¹⁶⁰ Mircea Eliade, *Tratado de la historia de las religiones* (Ciudad de México: Ediciones Era, 1972), 265.

¹⁶¹ José Lorite, “La muerte en el simbolismo del cuerpo”, *Pensamiento* 59, 223 (2003), 29.

¹⁶² Iván Matellanes, “La neolitización para la historia de la humanidad”, *Revista de Humanidades Sárasuati*, 1 (2009), 17.

primeras ciudades. Además, los hombres empiezan a compartir con personas distintas a los de sus clanes; se establecen las normas de convivencia y la escritura. Por primera vez el hombre tiene excedente de comida y tiempo libre, transformándose de manera profunda la relación de este con el espacio y el tiempo; así comienza la cultura, un proceso que no se detendrá. De hecho, frente al tema de la agricultura, los pueblos del neolítico dieron un gran aporte desde la vivencia de la muerte, ya que en estos pueblos las divinidades femeninas fueron propuestas como símbolos de la fertilidad. En otras palabras, la vida y la muerte se asocian a los ciclos de fertilidad de la tierra. En la mitología griega, por ejemplo, encontramos a la diosa madre Demeter, que se adoraba desde el comienzo de la humanidad; esta también se relaciona con la diosa egipcia Isis, la fenicia Astarté y la mesopotámica Ishtar. Al respecto, Garibay dice de la diosa Demeter que: “Es la protectora de la agricultura, principalmente del trigo y de toda semilla o grano de que el hombre saca pan”.¹⁶³ Al ser pueblos agrarios que vivían de la tierra, estas divinidades eran adoradas porque de ellas dependía la fertilidad. Sus tótems generalmente representaban mujeres con genitales amplios y senos grandes, como símbolo de esa fertilidad (las Venus, por ejemplo, son estatuillas que se han encontrado en diferentes lugares del mundo y que atestiguan esta relación).

Por otro lado, el arte de la agricultura llevó inevitablemente al conocimiento de las estaciones y su relación con los ciclos de la vida y la muerte, como se representa el invierno con la llegada de la muerte para que en primavera renazca la vida.

Por medio de técnicas mecánicas el hombre manipula el ecosistema y controla los procesos de producción de los alimentos. No toma lo que la tierra da (la caza, la recolección de frutos) sino que labra los campos, domestica los animales, regula la reproducción y modifica el entorno natural,

¹⁶³ Ángel María Garibay, *Mitología griega. Dioses y héroes*, (Buenos Aires, Porrúa, 2007), 11.

organizándolo a su albedrío y obligándolo a producir según sus normas e intereses.¹⁶⁴

De este modo, habría que recordar que este mito está directamente relacionado con Demeter, diosa de la agricultura, y con su hija Perséfone, quien fue raptada por Hades. Cuando la madre emprende la búsqueda de su hija, olvida fertilizar la tierra, provocando una gran sequía; pero cuando Hades acepta que Perséfone vuelva con su madre, se instaura el ciclo de la vida y la muerte, de la semilla y el fruto necesario para la agricultura.

En los mitos griegos se alude más a la secuencia de estaciones fértiles y estériles que a los años de sequía que obsesionan las mentes de los pueblos del occidente asiático. El tema de las desapariciones se ve con frecuencia asociado a intentos de rescatar a alguien del mundo de los muertos, unas veces lo intentan los dioses (como en el caso de Inanna/Ishtar y Perséfone), otras un héroe, especialmente Hércules, pero también Orfeo y Eurídice.¹⁶⁵

También, las sociedades agrícolas del neolítico estuvieron atadas a la tierra, por lo que en muchos de los relatos de creación del hombre este viene de la tierra.¹⁶⁶ Pero en esa misma medida, todo lo que nace de la tierra debe volver a ella, es decir, el ciclo de la vida y la muerte está atado a la tierra. Ya no solo el hombre relaciona la fertilidad con las estaciones, sino que asocia los ciclos de la vida y la muerte a la tierra.

De todas las creencias que hemos repasado hasta ahora se desprende que la tierra es madre, es decir que engendra formas vivas sacándolas de su propia sustancia. La tierra está viva en primer lugar porque es fértil. Todo lo que sale de la

¹⁶⁴ Francisco Díez de Velasco, *Hombres ritos y dioses. Introducción a la historia de las religiones* (Madrid: Trotta, 1995), 93.

¹⁶⁵ Geoffrey Kirk, *El mito. Su significado y funciones en la Antigüedad y otras culturas* (Barcelona: Paidós, 2006), 242.

¹⁶⁶ En muchas tradiciones indígenas la tierra se representa como un espíritu dador de vida: Gaia.

tierra está dotado de vida y todo lo que regresa a la tierra es provisto nuevamente de vida. El binomio *homo-humus* no debe comprenderse en el sentido: que si el hombre pudo estar vivo, es porque provenía de la tierra, porque nació de y porque regresa a la tierra mater.¹⁶⁷

La sensación de control que se tuvo con el conocimiento de las estaciones, la capacidad de producir alimentos a voluntad, el no tener que perseguir los animales, le dio al hombre del neolítico el sueño del control de la naturaleza, o por lo menos una parte mínima. Rápidamente aparecieron los ritos de paso, celebraciones que los hombres hacían para asegurar el paso de un estado a otro, como los cambios de estación, de estado en las personas o, incluso, para la inclusión en un orden social determinado. “En las sociedades agrícolas, y en mayor medida aún en gran parte de las sociedades preestatales tradicionales, la vida del individuo está jalonada por una serie de ceremonias que marcan su acceso a los grupos de edad específicos y que se denominan ritos de paso”.¹⁶⁸ Es decir, aparecen ceremonias asociadas a la fertilidad de la tierra como las que se celebran entre octubre y diciembre en los países del Cono Norte, a las celebraciones que se hacen cuando una niña se convierte en mujer o cuando un joven se convierte en guerrero. Surgen, además, los ritos asociados a la muerte, los ritos funerarios, que tiene como propósito el tránsito de la vida biológica a la vida espiritual de la persona fallecida y la posibilidad para que los seres allegados puedan hacer las últimas cosas por el ser querido.

De nuevo, estas acciones simbólicas, codificadas por un tiempo y un espacio que son específicos de cada cultura, son lo que denominamos rito. A través de estos, los grupos expresan valores y creencias, y tienen como propósito reforzar la identidad social. Cada cultura ha creado unas series de acciones repetitivas que están por fuera del comportamiento cotidiano con el propósito de expresar o reafirmar unos valores o creencias que están inscritos en dicha cultura. Por supuesto la muerte no ha sido la excepción

¹⁶⁷ Eliade, *Tratado de la historia de las religiones*, 233.

¹⁶⁸ Díez de Velasco, *Hombres ritos y dioses. Introducción a la historia de las religiones*, 55.

a esta condición: “[...] la conformación de los ritos funerarios permite a los miembros del grupo establecerse como actores sociales que mantienen un orden, una cohesión, a partir de unas normas y un espacio determinado en donde pone de manifiesto su idiosincrasia”.¹⁶⁹

En los ritos funerarios, especialmente en el entierro, se da un cambio de estado. Es el momento en el que se comprende el paso de la vida biológica a la vida espiritual, donde los dolientes acompañan al cadáver en esa transición. La serie de símbolos y prácticas refieren a esa esperanza de una vida más allá de la dimensión biológica.

El último de los grandes ritos de paso es el funerario, que consiste en desagregar al difunto del grupo de adultos con plenos derechos y agregarlo al de espíritus o antepasados. Se trata de un proceso, a veces muy largo, que tiene sus límites en la muerte biológica por una parte y en la muerte social por la otra. El funeral se dilata entre estos dos extremos en una diversidad asombrosa de ceremonias que van desde un rápido abandono del cadáver a los animales carroñeros hasta adobados del cuerpo y sepulturas temporales mientras se supone que el alma viaja al más allá.¹⁷⁰

Ahora bien, luego se pasa de las sociedades agrarias a sociedades dedicadas a la guerra; con ellas, comienzan las historias de los reyes, los grandes palacios y batallas interminables entre naciones dispares. Surge la edad de los metales; los minoicos y los micénicos en el mar egeo; Ramsés, el faraón de Egipto; los hititas en la península de Anatolia; los cananeos en lo que hoy es Israel, Líbano y Jordania, entre otros; los aurigas. Las armas de metal y en general la confrontación se convierten en el nuevo estilo de

¹⁶⁹ Jesús Enrique Contreras Sánchez, “Rituales funerarios. El entierro en el Cementerio Corazón de Jesús de la ciudad de Maracaibo”, *Perspectivas. Revista de Historia, Geografía, Arte y Cultura*, (2014), 36, <https://bit.ly/3h4u626>.

¹⁷⁰ Díez de Velasco, *Hombres ritos y dioses. Introducción a la historia de las religiones*, 60.

vida, por eso las divinidades que aparecen están dedicadas a dicho ejercicio. Molina nos ofrece la siguiente reflexión:

Esta cultura arcaica es superada por la invasión de pueblos guerreros que imponen un modelo dominador patriarcal. La diosa se convierte en una esposa subordinada dividiendo sus cualidades entre múltiples diosas. Las múltiples diosas representan dimensiones femeninas complejas y multifacéticas.¹⁷¹

Quizás este sea principio del paso de sociedades matriarcales hacia sociedades patriarcales. Al ser la guerra la principal actividad realizada por hombres, muchos de los aspectos más importantes de la cultura serán masculinos. Así, la forma como se vive y como se muere tuvo profundas transformaciones; en el caso especial del cuidado de sus muertos encontraremos características como: “[...] su simbología y funcionalidad están relacionadas con los cultos funerarios. Son objetos destinados a formar parte de los ajuares funerarios como ofrenda al difunto en su viaje y por ello se representan animales propios de la fertilidad de la tierra como las aves y animales sagrados como el toro”.¹⁷² En muchas de las culturas antiguas el toro fue un símbolo del poder de la vida y la masculinidad; en las culturas mediterráneas, de poder y la virilidad masculina. En los minoicos, por su parte, la presencia de grabados con hombres saltando por encima de toros era frecuente, simbolizando la agilidad masculina, especialmente de los más jóvenes. En la antigua Mesopotamia se hallaron los toros de arpas, como el toro Apis, que “era el gran dios bestia de Egipto. Este toro sagrado era conocido como Apis en Menfis, y como Mnevis u Onuphis, en Heliópolis. Su adoración estaba tan en boga y era popular porque se le consideraba como

¹⁷¹ María Elisa Molina, “Transformaciones histórico-culturales del concepto de maternidad y sus repercusiones en la identidad de la mujer”, *Psyche* 15, 2 (2006), 94, <https://bit.ly/30Glo3j>.

¹⁷² Irene Fortes Marco, “El complejo cultural de la Edad de los Metales en Europa. Análisis a través de los testimonios de objetos del Bronce Final hasta la Segunda Edad del Hierro”, *Fòrum de Recerca*, 17 (2012), 136, <https://bit.ly/3fjXUpZ>.

un avatar o encarnación de la deidad favorita Osiris, cuya alma transmigraría al cuerpo de un toro”.¹⁷³

A finales de la Edad del Bronce, Creta dominaba todo el mundo mediterráneo, y allí tuvo lugar el mito del minotauro, mito que representa la lucha entre la racionalidad y el instinto animal, personificado por el minotauro, un ser mitad hombre y mitad toro. En el mito, el rey Minos es castigado por Poseidón, a quien debía sacrificar su toro más hermoso; pero el rey sacrificó un toro de menor calidad y al darse cuenta el dios castigó al rey llenando de lujuria a su esposa, Pasifae, por el Toro de Creta. De dicha unión nació el Minotauro.

La historia del pueblo minoico está íntimamente relacionada con las historias de Atenas. Allí, un joven príncipe, hijo del rey Egeo, será quien liberará a su ciudad de tal suplicio. Teseo será el encargado de matar al minotauro con la complicidad de la hermana de la bestia, Ariadna. Esta es la sucesión de una ciudad por otra:

La muerte del monstruo y la consecuente mutación de poder con el derrocamiento de Minos por un príncipe ateniense, se encuentran muy cerca de la transición a la Edad del Hierro; es decir, de una nueva forma de dominación político-militar debida, entre otras causas, a las condiciones de dureza y contundencia para la guerra de este metal.¹⁷⁴

De igual forma, esta idea llegaría hasta la época judeocristiana donde se observan cuadros de la natividad en los que un toro exhala vitalidad sobre Jesús recién nacido.

La identificación de la tribu con un tótem llevó a las rivalidades con otras tribus que tenían tótems distintos; más adelante sería con un dios tutelar, posteriormente con un rey, y hoy hablamos de una bandera. Es decir, los diferentes pueblos, imperios o países siempre han buscado símbolos de identidad que

¹⁷³ Alexander Murray, *Quién es quién en la mitología* (Madrid: Edimat, 2012), 296.

¹⁷⁴ Yidy Páez Casadiegos, “El minotauro en su laberinto”, *Aposta*, 3 (2003), 2, <https://bit.ly/2N5wBDI>.

puedan llegar a legitimar la guerra y la muerte. Las invasiones de los pueblos marítimos aceleraron el fin de la Edad del Bronce, ya que no se podía conseguir el estaño fundamental para la creación del bronce. En una isla del mediterráneo oriental, la actual Chipre, descubrieron un metal que transformará el planeta: el hierro, un metal que debía ser mezclado con carbón para ser cocinado a altas temperaturas y poder manipulado. Este hierro rápidamente se transformó en armas que generaron nuevos enfrentamientos y nuevas guerras, como sucedió con los espartanos, quienes tenían las mayores fuentes de hierro del Egeo.

La utilización de carrozas fúnebres fue común tanto en la era del bronce como en la del hierro. Pero lo que sí cambió entre ambas eras fue que en la primera fue más común la cremación de los cadáveres, aunque fue una práctica muy extendida en toda la península griega. Las diferentes culturas tenían la creencia de que al quemar el cuerpo se purificaba el alma. Mientras que la práctica de la inhumación, que aparece nuevamente, será extendida por toda Europa con la llegada del cristianismo.

De tal suerte que la muerte y la experiencia de la muerte ya no solo estaban asociadas a los ritos de la fertilidad; a las estaciones, como en los primeros pueblos sedentarios; o al ejercicio de la guerra, como en la edad de los metales. Estas experiencias se constituyeron en el tema más importante de la creación humana, del campo del mito se desplazaron a la literatura, a la tragedia y al teatro.

La muerte, con sus incertidumbres y sus mitologías, con sus espesas capas de sombras y de abismos, con su promesa de indiferencia y de olvido, con sus ríos que borran la memoria y su impredecible derivar de lo temporal a lo eterno, con su denso, solitario, ineluctable y casi sobrehumano misterio.¹⁷⁵

¹⁷⁵ William Ospina, *Es tarde ya para el hombre* (Bogotá: Norma, 2012), 88.

El mito de Orfeo y Eurídice un descenso al inframundo griego

ESTE MITO CUENTA la historia de dos seres que se amaron más allá de la propia muerte. Orfeo era el hijo de Calíope, una de las nueve musas que cantaban a los dioses del Olimpo; estas eran hijas de Zeus y Nemósine, diosa de la memoria, que nacieron en Tracia, al pie del monte Olimpo. Calíope era la musa de la poesía épica, la música y la elocuencia, su nombre significa *la que tiene una hermosa voz*, y era la mayor de las nueve musas, además de ser la más inteligente y la más asertiva. Fue la musa de Homero, pues sirvió de inspiración para la escritura de la *Iliada* y la *Odisea*. Orfeo se convertiría en el músico más grande que jamás haya existido.

En los mitos griegos se alude más a la secuencia de estaciones fértiles y estériles que a los años de sequía que obsesionan las mentes de los pueblos del occidente asiático. El tema de las desapariciones se ve con frecuencia asociado a intentos de rescatar a alguien del mundo de los muertos, unas veces lo intentan los dioses, otras un héroe, especialmente Hércules, pero también Orfeo y Eurídice.¹⁷⁶

Orfeo era rey de Tracia, la parte norte de Grecia. Cuenta el mito que en este lugar el viento doblegaba los olivos, y que cuando volvió de uno de sus viajes, Orfeo se sentó a tocar y su música trajo de nuevo la lluvia, después de varios meses de no llover. Es decir, su música hacía que cobraran vida hasta las cosas inanimadas. Se le considera a Orfeo ser el iniciador de la tradición musical, creador de la poesía y la música.

El mito griego de Orfeo y Eurídice, y cientos de fabulas análogas de todo el mundo sugieren, como esta antigua leyenda del lejano oriente, que a pesar del evidente fracaso

¹⁷⁶ Geoffrey Kirk, *El mito. Su significado y funciones en la Antigüedad y otras culturas* (Barcelona: Paidós, 2006), 242.

existe una posibilidad del retorno del amante con su perdido amor desde el otro lado del umbral terrible.¹⁷⁷

Jasón lo llevó consigo ya que su música podía calmar incluso hasta la furia del mar y las bestias que allí habitan. Orfeo, de esta manera, se unió a la expedición de los Argonautas, cuyo líder, Jasón, había sido informado por el centauro Quirón que solo con la ayuda de Orfeo se podría pasar sin daño alguno a través de las sirenas. Graves así lo cuenta en su texto: “[...] después de una visita a Egipto, Orfeo se unió a los argonautas, con quienes navegó a Cólquide, ayudándoles con su música a superar muchas dificultades”.¹⁷⁸ Las sirenas vivían en tres pequeñas islas rocosas llamadas Sirenum Scopuli y cantaban hermosas canciones que atraían a los marineros hacia ellas para devorarlos. Cuando Orfeo oyó sus voces, sacó su lira y tocó su música, que era más bella que la de ellas, tapándola y ahogándola. De este modo, consiguieron atravesar la zona sanos y salvos. Habría que recordar que la palabra música en griego quiere decir *canción*, pero también se le conoce como *encanto mágico* (Μουσική); así que Orfeo cuando cantaba se conectaba con la magia.

Figura extraña y fascinante como ninguna otra es la del mítico Orfeo, el cantor tracio que, al son de su lira y por la melodiosa magia de sus tonadas, hacía andar a los árboles, detenía el soplar de los vientos, conmovía las duras peñas, convocaba unánimes y mansas a las fieras del bosque, y, fiado en su poderosa música, bajó al mundo de los muertos para rescatar, sin otras armas que el hechizo poético de sus cantos, a su mujer, Eurídice.¹⁷⁹

Un día Orfeo estaba caminando en medio del bosque, escuchando el sonido del viento en los árboles, cuando de pronto escuchó un sonido que lo atrajo, venía de un aliso. Era la ninfa de

¹⁷⁷ Joseph Campbell, *El héroe de las mil caras: psicoanálisis del mito* (Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 2000), 190-191.

¹⁷⁸ Robert Graves, *Los mitos griegos* (Barcelona: Ariel, 1995), 51.

¹⁷⁹ Carlos García Gual, *Mitos, viajes, héroes* (Madrid: Taurus, 1981), 26.

la madera, Eurídice; la música de Orfeo la había traído al mundo de los hombres. Orfeo, desde el primer momento, amó a la ninfa y la llevó a sus tierras donde la hizo su esposa, se amaban como si antes no hubiese existido el amor y como si no fuera a existir después. “Himeneo había sido llamado para bendecir con su propia presencia las nupcias de Orfeo y Eurídice, pero, aunque asistió, no trajo felices presagios consigo. Incluso el humo de su antorcha les hizo llorar”.¹⁸⁰ Orfeo quería proteger a su joven esposa de las profundidades del bosque, pues este era un lugar donde habitaban seres salvajes como centauros, faunos y sátiros, seres entregados al placer y que eran difíciles de predecir. En la época de cosecha, los hombres estaban bailando una danza en agradecimiento a la diosa Demeter, mientras Eurídice daba un paseo en lo profundo del bosque se sintió atraída por Aristeo, el hermano de Pan. Aristeo era un sátiro que representaba la fuerza masculina de la naturaleza descontrolada; era el puro apetito, la fuerza del deseo de aparearse. Eurídice salió corriendo y en su huida una víbora mordió su talón, y la ninfa murió. Cuando Orfeo la encuentra ya había partido al reino del Hades. Orfeo dice que no habrá más música, pues quien la inspiraba ha partido.

Orfeo, en medio del dolor, decide retar a la muerte con la única arma que tiene, su lira, y decide bajar al mismo Hades en busca de su esposa para rescatarla de la muerte. El primer reto que debe enfrentar es el de Cerbero, el perro de tres cabezas que vigila la entrada y salida del reino del Hades. Con dedos temblorosos Orfeo pulsa su lira y el perro queda hechizado. Logró llegar hasta el río Estigia donde vio cómo su esposa se montaba en la barca de Caronte y bebía el agua de Leteo, que hacía que los muertos olvidaran sus recuerdos para que su dolor cesara.

Cuando Orfeo se encuentra con Hades y Perséfone, Hades le pregunta qué hace en su reino si todavía no está muerto, Orfeo le responde que viene por su esposa, a lo cual Hades replica que nada es más fuerte que la muerte. Frente a la negativa del dios del Hades, Orfeo comienza a tocar su lira pensando que la música puede vencer incluso a la propia muerte, solo que Orfeo comenzó a

¹⁸⁰ Thomas Bulfinch, *La edad de oro del mito y la leyenda* (Madrid: Edimat, 2012), 150.

tocar esta vez para la reina Perséfone. Esta, conmovida por tan bella melodía, le ruega a su esposo le permita llevarse a su esposa con él.

Hasta los propios espíritus lloraban al oír el tierno canto. Tántalo, a pesar de su sed, abandonó sus esfuerzos por conseguir agua; la rueda de Ixión se quedó en silencio; el buitre cesó de desgarrar el hígado del gigante; los hijos de Danaus descansaron en su tarea de llevar agua en un cedazo y Sísifo se sentó en una roca a escuchar.¹⁸¹

Perséfone advierte a Orfeo que la muerte tiene el poder de engañar, que incluso el propio Zeus es incapaz de desviar los designios de Hades. El dios del inframundo permite que Orfeo se lleve a Eurídice con una condición: en el camino de regreso al mundo de los vivos, Orfeo no puede regresar a mirar a Eurídice. Así lo hace al comienzo, pero cuando están a punto de salir del Hades, Orfeo no soporta más la curiosidad y voltea a mirar si Eurídice viene detrás de él, con lo cual Eurídice vuelve nuevamente al reino de Hades y Orfeo regresa solo a la vida.

Orfeo regresó nuevamente a su reino, y se quedó sentando como un hombre que ya estaba muerto. Las mujeres se le acercaron y le pidieron que tocara nuevamente porque su música traía la lluvia que hacía crecer las plantas, pero Orfeo destruyó su lira, y el ruido que producía hizo estériles a las mujeres. Ante esto, las mujeres se le acercaron golpeando el suelo con sus herramientas y despedazaron su cuerpo, que tiraron al río; pero su cabeza flotó hasta la isla de Lesbos, pronunciando el nombre de su amada Eurídice. Las mujeres que lo mataron se convirtieron en árboles, solo que desde ese día ya no hubo árboles que tuvieran alma; en los árboles ya no hay más que silencio. Pero la cabeza de Orfeo profetizó cosas y el amor que tenía por Eurídice jamás fue olvidado. Quizás el amor sí sea invencible.

El mito griego de Orfeo y Eurídice constituye otro ejemplo de este fenómeno, condicionado además por un motivo de relato sobre la fertilidad y de cuento popular. La regla general según

¹⁸¹ Bulfinch, *La edad de oro del mito y la leyenda*, 151.

la cual los mortales no pueden ser recuperados del seno de los muertos queda demostrada por el relato de cómo esta ley llegó en alguna ocasión casi a ser invertida, pero al final se confirmó la debilidad humana, debilidad que significa muerte.¹⁸²

Los misterios órficos

QUIZÁS UNO DE los aportes más importantes de la cultura griega frente al tema de la muerte sea el de los misterios órficos, una serie de reglas por las cuales el alma de la persona fallecida evita terminar en el Hades llegando a los campos Elíseos, lugar donde habitan los héroes. En las tumbas de los seguidores de dichos misterios se encontraron pequeñas láminas de oro que mostraban la creencia de la metempsicosis y la inmortalidad del alma. Más adelante, los pitagóricos llegaron a creer que el alma después de la muerte podía ocupar otros cuerpos; esta creencia configuró una serie de prácticas para mantener la pureza del alma.

De este modo, en Orfeo se reúnen dos condiciones muy importantes para fundar unas nuevas creencias: el héroe que intenta rescatar a su mujer de la muerte por amor y su naturaleza semidivina. Al ser hijo de una de las musas, Orfeo se convierte en el mediador entre este mundo y el más allá. Queda claro que debe haber un límite entre el mundo de los vivos y los muertos y que dicho límite solo se puede violentar cuando se cuenta con previa autorización de los dioses. Además, los misterios se realizan de los dioses hacia los mortales, contrario a lo que sucede en las religiones de las ciudades Estado; dichos misterios son una serie de indicaciones para saber qué hay que hacer después de la muerte (entre otras, el no derramamiento de sangre animal y humana). Los iniciados, de esta forma, adquieren una guía, se les dan las palabras precisas para dirigirse a los dioses del inframundo e indicaciones, como no beber de la fuente del olvido sino de la memoria, afirmando de este modo la inmortalidad del alma.

¹⁸² Kirk, *El mito. Su significado y funciones en la Antigüedad y otras culturas*, 315.

Otro de los héroes que, según la literatura, descendió al Hades fue Odiseo, quien hizo librar a los muertos derramando leche con miel, vino y luego agua pura. El propósito de este viaje era hablar con Tiresias para que le explicara cómo debía volver a casa: “[...] buscas la dulce vuelta, preclaro Odiseo, y un dios te la hará difícil; pues no creo que le pases inadvertido al que sacude la tierra, quien te guarda rencor en su corazón, porque se irritó cuando le cegaste a su hijo”.¹⁸³ El adivino le ha mostrado al héroe que su principal obstáculo es Poseidón, quien se encuentra enfurecido porque este ha cegado a su hijo Polifemo. Sin embargo, es advertido sobre que no podrá tomar el ganado de Helios; al contrario, tendrá que realizar el viaje solo, como finalmente termina ocurriendo. Además, el adivino le profetiza qué encontrará en su casa y qué deberá hacer con lo que allí encuentre. La información no es superficial ya que el héroe al llegar a su casa se encuentra con lo que el adivino la había dicho y sigue al pie de la letra todas sus recomendaciones. Al respecto señala García Gual:

El motivo de Ulises para atreverse a abordar el reino de Hades y Perséfone resulta un tanto superficial. Va al Más Allá a preguntar sobre cómo regresará a su casa, a Ítaca. Es ir muy lejos para escaso botín. Pero el curioso Ulises aprovecha la excursión para echar un vistazo y, de paso que trata con Tiresias, entrevistar también a algunos conocidos y avistar a algunos fantasmas ilustres.¹⁸⁴

Además, Odiseo se encontrará en este lugar con su madre, quien estaba viva al momento de partir de Ítaca. Allí el héroe se da cuenta de su muerte cuando encuentra su sombra vagando por el Hades.

Mas entonces el alma llegó de mi madre difunta, de Anticlea que engendrara el magnánimo Autólico. Viva la dejé en mi mansión al salir para Troya sagrada; brotó el llanto en mis ojos al verla, inundóseme el pecho de dolor; mas con toda mi

¹⁸³ Homero, *Odisea* (Madrid: Gredos, 2000), 100-137.

¹⁸⁴ García Gual, *Mitos, viajes, héroes*, 32.

pena impedíle, asimismo a la sangre llegar mientras yo no escuchase a Tiresias.¹⁸⁵

Anticlea le cuenta a su hijo cómo están su casa, su esposa, su hijo, su padre y le cuenta cómo había sido su muerte. Ante el dolor que le producen las palabras de su madre, intenta abrazarla en repetidas ocasiones, pero no puede porque es una sombra. De este modo, la muerte en el mundo griego es una pérdida de corporeidad y de identidad. Son frecuentes las referencias a la pérdida del rostro por parte de las personas que han fallecido; son sombras inconscientes sin nombre e individualidad.

En la mitología encontramos otros dos dioses que son la personificación de la muerte: Thanatos e Hipnos, que representa el sueño. Ambos dioses son hijos de Nix, la noche. Sus hermanas adoraban la sangre, motivo por el cual sobrevolaban los campos de batalla las Keres. Thanatos era el responsable de llevar las personas que fallecían al mundo de los muertos, cortando un mechón de los cabellos que ofrecía como tributo a Hades. Se le asocia también a la buena muerte, a la muerte heroica.

En los poemas de Homero, se aborda la llamada "bella muerte" o "muerte heroica". Es la muerte de un hombre bello y bueno que en su calidad de hombre eminente manifiesta su incomparable excelencia ante los demás a través de su sola presencia y gestualidad. El héroe homérico es una persona de bien y, por consiguiente, no ha de caer en bajezas, vilezas o envidias, ni cometer falta alguna frente a la acción debida. Los griegos vincularon la vida breve de estos héroes con la bella muerte porque en el ideal heroico un hombre elige ser por siempre en todo el mejor.¹⁸⁶

La bella muerte tenía como propósito vivir en la memoria de la ciudad por las hazañas logradas en el campo de batalla, de forma tal que en la muerte se conservaban los mismos atributos físicos,

¹⁸⁵ Homero, *Odisea*, 84-89.

¹⁸⁶ Marta Zolezzi de Rojas, "La muerte en la Grecia antigua", (2017), 3, <https://bit.ly/2YGAMeq>.

como la juventud y la fuerza al momento de morir. En dicho contexto, el joven guerrero puede elegir ser siempre el mejor. El mejor representante será el joven Aquiles, quien debe decidir antes de la guerra de Troya si se queda en casa y tiene hijos, o si se va para la guerra a encontrar la bella muerte y las generaciones posteriores cuenten sus hazañas. Sin embargo, la historia más significativa estará relacionada con el joven príncipe troyano Héctor, quien caerá en batalla con Aquiles. Este llenó de polvo y sangre el cuerpo para que Héctor no tuviera esa buena muerte.

El cadáver ultrajado no tiene derecho ni al silencio que rodea la muerte habitual ni al canto de alabanza del muerto heroico; no vive, puesto que se le ha matado, ni está muerto, ya que, al ser privado de sus funerales, como desecho perdido en los márgenes del ser, pasa a representar lo que no puede ser celebrado ni en adelante olvidado: el horror de lo indecible, la infamia absoluta, aquello que le excluye a la vez de los vivos, de los muertos, de sí mismo.¹⁸⁷

Zeus le ordena a Tetis hablar con Aquiles para que devuelva el cuerpo de Héctor que, a pesar del paso de los días, ni se pudre ni se desfigura. Príamo, llevado por Hermes, va a reclamar el cuerpo de su hijo, y le pide al joven héroe que le permita llevarse el cuerpo para realizar las oraciones y prepararlo para la buena muerte.

Hoy sabemos que, en el campo de los ritos, estos comenzaban con el paso conocido como *prothesis*, lo que en nuestro tiempo se conoce como el funeral, en el que el cadáver era expuesto para la honra de sus personas cercanas. La preparación del cuerpo era responsabilidad de las mujeres que le vestían con ropas especiales como muestra de su muerte física, tal como lo narra Homero en la *Iliada*; para este momento el espíritu de la persona muerta todavía no ha desaparecido del todo, su alma se encontraba en pleno tránsito al Hades. A partir de ese momento, y ya en la fase de *ekphora*, el cuerpo había sido preparado y se ponía una moneda sobre los ojos o debajo de la lengua para que se le pagara

¹⁸⁷ Jean-Pierre Vernant, *El individuo, la muerte y el amor en la Grecia antigua* (Barcelona: Paidós, 2001), 45.

a Caronte el viaje por el río Estigia. Luego el cuerpo era trasladado y enterrado con música, siempre de noche, con los hombres y las mujeres presentes, pero segregados. La última parte del funeral, según lo que investigaciones arqueológicas pudieron determinar, consistía en ofrecer el sacrificio de un animal que se quemaba como ofrenda. De esta forma, el rito tenía el propósito de ayudar al alma de la persona muerta en su tránsito del mundo de los vivos al mundo de los muertos.

El mundo de los muertos era un lugar sombrío y tenebroso adonde nadie deseaba ir. Por otra parte, el anhelo de inmortalidad no era característico en el término medio de los griegos, no siendo solamente los pitagóricos, sino también otros filósofos, los que asociaban lo infinito y lo que carecía de límites con la idea del mal.¹⁸⁸

El no poder enterrar a uno de los hermanos caídos en la batalla pone en cuestión el culto a los muertos, que asegura el lugar del héroe en la vida de la ciudad. Cabe señalar lo que de manera magistral nos muestra Homero en la *Iliada* cuando el rey Príamo llega hasta el lugar donde se encuentra el joven y valiente Aquiles para rogarle que le fuera devuelto el cadáver de su hijo Héctor, pues el cuidado de los muertos no es más que el afecto y los sentimientos que despertaron en vida.

Por otro lado, la tragedia griega, en este caso específico la tragedia de Antígona, abre el debate, en muchos aspectos, pero especialmente en el tema de las leyes de los hombres frente al hecho de la muerte. La tragedia abre un campo de debate que hoy se sigue discutiendo: el de las leyes, en especial, la relación entre las leyes naturales y las leyes divinas. Piannci postula lo siguiente:

Específicamente de la tragedia de Antígona existen interpretaciones ya clásicas respecto al núcleo central que aborda su discurso: primero, el conflicto entre lo privado y lo público. Segundo, las leyes divinas vs. las leyes humanas.

¹⁸⁸ Edwin James, *Historia de las religiones. Volumen 1* (Barcelona: Vergara, 1963), 371.

Tercero, las cuestiones éticas entre el Estado y la familia o entre el Estado y el individuo. Cuarto, la conciencia privada vs. el bienestar público. Quinto, el legalismo coercitivo y el humanismo instintivo. Sexto, algunos hasta arriesgan como hipótesis el choque de la autoridad política y la identidad sexual.¹⁸⁹

Han sido tantas las interpretaciones que se le han dado a esta tragedia que sería necio decir cuál es el tema más importante que aborda. La realidad es que ha sido un espejo en el que se miró la tradición griega y en el cual nos seguimos mirando, quizás más cerca a lo que propone Jaeger: “[...] los hombres de Sófocles nacen de un sentimiento de la belleza cuya fuente es una animación de los personajes hasta ahora desconocida. En él se manifiesta el nuevo ideal de la *areté*, que por primera vez y de un modo consiente hace de la *Psyche* el punto de partida de toda educación humana”.¹⁹⁰ La muerte puede llegar a ser una afirmación de la vida, la forma en que se muere puede perdurar en la memoria de los hombres. Bollack lo señala de la siguiente manera:

La muerte, aunque sea la de Antígona, no tiene sentido en sí misma en tanto que muerte, sino como el resultado de una acción sobre la que planea la sombra de un absoluto y de una no vuelta atrás, que la decisión sella para siempre. La materia queda indeterminada.¹⁹¹

En Antígona se juega una condición de clarividencia que la diferencia del resto de héroes trágicos, especialmente de su padre, la maldición es que Edipo no tenía por qué nacer y menos sus hijos. El telón de fondo de esta tragedia comienza con su padre Edipo, como si el destierro del padre pudiera borrar de tajo lo que Edipo no fue. Antígona es consciente de su destino, y eso ya la hace estar por encima de la condición humana. Antígona no

¹⁸⁹ Rómulo Piannci, “Antígona o la sectorización del deseo”, *Conjunto*, 102, 30.

¹⁹⁰ Werner Jaeger, *Paideia: los ideales de la cultura griega* (Bogotá: Fondo de Cultura Económica, 1997), 257.

¹⁹¹ Jean Bollack, *La muerte de Antígona. La tragedia de Creonte* (Madrid: Tiempo al Tiempo, 1999), 5.

padece su destino, lo asume; Edipo, en cambio, no sabía de su destino, lo descubre, mientras que Antígona sí. Ella es víctima, dueña y señora del mismo. “Antígona es *autónomos*, que obedece solo a su propia ley, es libre. También la anima una cólera. O más bien, si seguimos aquí el análisis de las dos palabras griegas (*autognotos orga*), la cólera se desdobra por medio del reflexivo, auto. La cólera conoce la cólera”.¹⁹²

De este modo, la prudencia puede ser entendida como aquello que evita el dolor y el sufrimiento; si el destino de un hombre lo lleva a este a los sentimientos, la planificación de la vida debe llevarlo a evitar males mayores. Cuando una situación genere algún tipo de compromiso valorativo y no sea claro porque presenta conflicto entonces se debe apartar. Saber evitar los problemas, este es el tema de la tragedia. Pero la pregunta que deja en ciernes la tragedia es: ¿podemos evitar los problemas?

Antígona versa sobre la razón práctica y la manera en que esta ve el mundo y lo organiza. A diferencia de la mayoría de las obras de su tipo, se halla repleta de expresiones referidas a la deliberación, al razonamiento, al conocimiento y a la visión de las cosas. Comienza con la pregunta ¿sabes?, relativa a una crisis práctica, y con una afirmación acerca del modo correcto de interpretar sus exigencias, para concluir con la declaración de que la prudencia es el elemento más importante del buen vivir humano.¹⁹³

Podemos señalar que en Antígona hay un aprendizaje, hay un cambio de visión del mundo, pero todo cambio en el saber siempre será escurridizo. En ella sucede algo distinto a lo que sucedió con los miembros de su familia, y con otros héroes trágicos que se configuraron como tal en la medida que se equivocaron en sus juicios; ella desde el comienzo tiene claro qué es lo que va a realizar. Para la heroína está claro: las leyes de la ciudad no deben oponerse a las leyes de Dios.

¹⁹² *Ibid.*, 67.

¹⁹³ Martha Nussbaum, *La fragilidad del bien. Fortuna y ética en la tragedia y la filosofía griega* (Madrid: Antonio Machado, 2004), 90-91.

La muerte en el mundo romano

DE LA MISMA forma que en el mundo griego, los romanos consideraban que las personas fallecidas viajaban al inframundo, lugar gobernado por el dios Plutón y su esposa Proserpina, que vivían en los campos Elíseos. Allí se encontraban las almas de los seres buenos, como en el mundo griego, y todas las almas se dirigían a este lugar para ser juzgadas, castigadas o recompensadas según sus obras.

La Roma de la época del imperio tiene un millón de habitantes. Era una ciudad que en su grandeza y magnitud no tenía comparación en el mundo antiguo, ya que su imperio concentraba cincuenta millones de personas. El siglo I a. C. fue violento, lleno de guerras y traiciones, mientras que el siglo I d. C. fue época de paz y prosperidad; es decir, la vida y la muerte de los seres humanos dependerá del momento y el lugar en el que han nacido. “Durante los primeros siglos del primer milenio las manifestaciones funerarias del mundo latino y de la propia Roma son similares a las de las ciudades del sur de Etruria. Se encuentran aquí las mismas costumbres de incinerar, enterrar en pequeñas tumbas individuales, etc.”¹⁹⁴

Para esta época existían empresas encargadas de los ritos funerarios, un negocio muy lucrativo como sucede hoy en día; pero no era un oficio que fuera bien visto, incluso, las personas que ejercían este trabajo carecían de ciertos derechos civiles. Sin embargo, muchas personas se dedicaban a este oficio y eran muchos los trabajadores que estaban asociados a esta labor. Los funerales dependían de la riqueza de la persona fallecida, si pertenecía a la aristocracia eran fastuosos; mientras que personas que habían sido ejecutadas por ser criminales eran enterrados en fosas comunes.

La muerte se concebía en la antigua Roma como un acto social y, en cierta medida, público. El tiempo de luto para los familiares directos era de diez meses. El funeral (*funus*)

¹⁹⁴ Desiderio Vaquerizo Gil, *Arqueología de la muerte: metodología y perspectivas actuales* (Córdoba: Fuenteovejuna, 1990), 236.

comenzaba en casa del difunto. La familia acompañaba al moribundo a su cama y le daba un último beso para retener así el alma que se escapaba por su boca. Después de producirse el deceso, se le cerraban los ojos y se le llamaba tres veces por su nombre para así corroborar que realmente había fallecido. A continuación, el cuerpo era lavado, perfumado con ungüentos y finalmente vestido.¹⁹⁵

Roma es la primera gran metrópolis que se conocerá en la historia humana. La vida en la ciudad transcurre para los hombres entre el comercio, los sitios públicos y la prostitución; las mujeres, en cambio, son ciudadanas de segunda categoría, aunque podían tener propiedades, separarse de sus maridos e incluso podían llegar a ser muy adineradas. Habían muchos motivos de muerte: las mujeres perdían la vida, en un alto porcentaje debido a las cesáreas que se hacían con bajas condiciones de salubridad; los hombres y las mujeres eran asesinados por infidelidad, aunque los romanos eran sexualmente muy activos, se permitía cobrar una infidelidad con la vida de los infieles –esto incluso llevó al destierro de la única hija de Augusto quien finalmente fue asesinada cuando Tiberio llegó a ser emperador–.

Existían ritos como el de las vestales, donde las sacerdotisas de la diosa Vesta, la diosa del fuego, debían mantener el fuego siempre activo. Este, como símbolo de pureza, era el símbolo de la prosperidad de la ciudad; las sacerdotisas, entonces, contraían un compromiso con la ciudad. Esto se daba porque los romanos tenían la firme creencia de que la muerte era impura y la asociaban con la contaminación del cuerpo y el alma. Por eso, el traslado del cadáver, por parte de los *libitinarii* hacia la tumba se realizaba de noche, para evitar contagios de posibles enfermedades, además de no obstaculizar la vida económica de la ciudad durante el día. “La religión oficial de Roma era un racimo

¹⁹⁵ Julio López Saco, “Muerte e inframundo en la antigua Roma: inmortalidad y eterna memoria”, *Presente y Pasado. Revista de Historia*, 44 (2017), 35, <https://bit.ly/3e1fVZV>.

de creencias que se expresaban por medio de un complejo sistema de instituciones y rituales”.¹⁹⁶

De otro lado, la esclavitud era muy frecuente en Roma, de tal modo que los amos tenían derechos absolutos sobre los esclavos, incluyendo su vida. Con los gladiadores, los romanos hicieron de la muerte un espectáculo público. Y en el coliseo asesinaban hasta 1000 criminales al día.

Pero, sin lugar a dudas, las formas más usuales de ejecución por parte de los organismos del poder, las más utilizadas durante todo el Imperio, si me permiten, en términos de volumen humano asesinado, fueron las siguientes: la decapitación, para ciudadanos romanos y para miembros del ejército; y la tríada terrible de los denominados *summa supplicia* para los esclavos y hombres libres humildes: crucifixión (*Crux*); vivicombustión, (*vivicomburium*, *pira* o *ad flammam*) y la exposición a las bestias en el anfiteatro (*ad bestias*).¹⁹⁷

En el siglo III d. C., los romanos enfrentaron una gran crisis, una epidemia de la cual no se tienen muchos detalles. Se le conoció como la peste antonina y le costó la vida a un tercio de la población. La principal fuente de información es Galeno, quien calcula una tasa de mortalidad del 10%, debido a que no existía ninguna conducta de sanidad para la contención de la peste:

Surgió una epidemia tan grande que los cadáveres se transportaron en distintos vehículos y carruajes. Los Antoninos promulgaron entonces leyes severísimas respecto a la inhumación y a las sepulturas, pues prohibieron que nadie las construyera a su gusto, reglamentación que se observa todavía hoy. Por cierto, dicha epidemia acabó con miles de personas, muchas de ellas de entre los primeros ciudadanos.¹⁹⁸

¹⁹⁶ Peter Garnsey y Richard Saller, *El imperio romano: economía, sociedad y cultura* (Barcelona: Editorial Crítica, 1994), 193.

¹⁹⁷ Javier Garrido Moreno, “La pena de muerte en la Roma antigua: algunas reflexiones sobre el martirio de Emeterio y Celedonio”, *Kalakarikos*, 5 (2000), 52, <https://bit.ly/3f6qkDy>.

¹⁹⁸ Antonio Cascón y Vicente Picón, *Historia augusta* (Madrid: Akal, 1989).

Esta se considera la primera peste que afectó al mundo occidental, perturbando la vida social, económica, política e incluso religiosa de todo el imperio romano. En términos de ritos y celebraciones, la famosa festividad de todos los santos tiene origen en el imperio romano; se celebraba el 5 de enero y se le conocía como *compitalia*, donde colocaban muñecos en las casas que evocaban a los manes, espíritus protectores de los muertos para ser protegidos de la enfermedad y la muerte. En general, había una gran preocupación por las honras fúnebres de sus muertos, el lugar de descanso era fundamental tanto en vida para la persona como en la muerte para la familia.

Es decir, en Roma se sigue el desarrollo de la idea de la metempsicosis. Para que el alma permaneciese en la morada de los muertos se hacía necesario que el cuerpo fuera sepultado. El alma que no tenía tumba era considerada como un ser sin morada y vagaba errante como fantasma; y si no era debidamente enterrada, su alma quedaba deambulando, atormentando a las personas vivas. pero también había espíritus que tenían una función específica:

En Roma se creía que, al contrario que el cuerpo, el alma del difunto seguía viviendo bajo tierra, asumiendo la forma de una especie de divinidad: los llamados manes. Cada familia tenía sus manes, a lo cuales se confiaba la tutela de la tumba, de los cuales procede la fórmula abreviada presente en las inscripciones funerarias D. M. (*Dis Manibus*). Estos espíritus, generalmente apacibles y bondadosos, podían llegar a ser funestos en el caso de que la tumba fuera profanada.¹⁹⁹

Los cementerios se encontraban en lugares que eran visibles para todas las personas. Se pensaba que las personas fallecidas querían mantener cierta cercanía con las personas vivas ya que su actividad vital continuaba en el otro mundo y de alguna forma se debía abastecer al difunto, de ahí que sus objetos personales eran colocados con él. También se creía que los espíritus tenían hambre y sed, y por esta razón se les daba comida y bebida.

¹⁹⁹ Alfonso López Borgoñoz, *El mundo romano y la muerte* (Castelldefels: Ajuntament Castelldefels, 2013), 44.

La inhumación o enterramiento era la práctica más antigua para los romanos, tal vez siguiendo la costumbre de los etruscos que enterraban a los muertos en necrópolis subterráneas. Incluso cuando se generalizó la cremación, al entrar en contacto tal vez con los griegos, era ceremonialmente necesario que una pequeña parte de los restos, por lo general el hueso de un dedo, debía ser enterrado en la tierra junto con las cenizas en una urna.²⁰⁰

En cuanto a la voluntad de la persona fallecida se preservaba con lo que hoy conocemos como testamento, donde la persona expresaba su voluntad en cuanto a la tumba, las conmemoraciones y los rituales alrededor de la muerte, incluso hasta lo que debía ir en el epitafio. “Los romanos pensaron de forma mayoritaria que sus muertos seguían viviendo en la tumba, donde el alma, en forma de sombra, se mantenía en relación directa con el cuerpo, habitando para siempre su eterna morada”.²⁰¹ En la mentalidad romana el derecho sepulcral está más allá del derecho civil, es un derecho inmutable y eterno. “La voluntad de un difunto se convierte en una *lex sacra*, que es una *lex privata*, sin ninguna validez en el derecho civil, pero situada por encima de él. Por ello un testamento, en cuanto voluntad de un difunto, adquiere también esta prerrogativa de sacralidad”.²⁰²

La desintegración de Roma fue lenta y dolorosa. En el siglo IV d. C. la gente no podía entrar o salir de la ciudad, lo que trajo como consecuencia que muchas personas murieran de hambre. Los romanos habían crecido tanto que el imperio había cosechado esclavitud y enemigos por doquier, había cometido tantas equivocaciones que su caída era solo cuestión de tiempo. Con el inicio de las invasiones bárbaras, los primeros en llegar fueron los hunos; luego fueron los godos, que en busca de protección de los

²⁰⁰ José María Alegre Barriga, “Religión y ritos funerarios en el mundo romano”, 11, <https://bit.ly/3ee2khl>.

²⁰¹ Desiderio Vaquerizo Gil, “Funus florentinorum. Muerte y ritos funerarios en la lliberri romana”, en *Granada en la época romana. Florentia liberritana*, ed. Junta de Andalucía (Sevilla: Consejería de Cultura, 2008), 131.

²⁰² *Ibíd.*, 370-371.

hunos, buscaron la ayuda del imperio, pero fueron esclavizados y sometidos a situaciones inhumanas. Finalmente los godos terminaron saqueando Roma; y por último, de las manos de Alarico, se pondría fin al imperio romano de Occidente.

De ahí que la doble y fatal conjunción (usurpaciones y presiones bárbaras) se muestren como caras de una misma moneda (y muchas usurpaciones fueron el resultado de la gestión ineficaz en las fronteras, junto a ambiciones personales por acceder a la púrpura). El resultado final es que el Imperio, por su parte más débil, Occidente, con una ciudad (Roma), que está expuesta al asalto (no excesivamente cruento) de Alarico (410 d. C.), es la parte que cede y sucumbe.²⁰³

Los godos, en cabeza de Alarico, saquean Roma en el siglo V d. C. dando un golpe moral: la ciudad intocable había caído. Alarico moriría poco tiempo después a finales del 410 d. C, pero logró unir a los pueblos godos, que llegarían a ser un pueblo independiente que preservaría muchos aspectos de la cultura romana durante la Edad Media. En el siglo V, ocuparían el sur de España y de Francia y se les conocerá como visigodos. Su tradición floreció durante tres siglos al mando de reyes cristianos.

La llegada del mundo cristiano

LUEGO DE LA caída del imperio romano de Occidente, se forman varias tribus germanas que ocuparon toda Europa occidental. La caída del imperio se considera una transición hacia lo que vamos a conocer como la Edad Media. Muchos siglos después, caería el imperio romano de Oriente, dando lugar a profundas transformaciones en la cultura en términos generales.

²⁰³ Eduardo Pitillas Salañer, "Algunas consideraciones sobre una cuestión sobradamente conocida: la caída del Imperio Romano de Occidente (476 d.C.)", *Espacio, Tiempo y Forma*, 19 (2006), 322, <https://bit.ly/3hAsg9u>.

Para el siglo VI d. C., el cristianismo se había extendido por toda Roma, con una promesa: la vida eterna, que frente a la desesperanza para muchas personas del imperio se convertía en un bálsamo para la existencia. La actitud de muchas personas pasó de ser hostil a ser pacifista. La moral iba a cambiar radicalmente con la llegada de esta nueva religión. El personaje central es Jesús, quien para los cristianos será asumido como el hijo de dios y para los judíos como un profeta.

El cristianismo nace como tradición oral, pero cuando esta empieza a ser incontrolable, se impone la necesidad de seleccionar escritos que sean normativos ("canónicos") para las comunidades. El primer esbozo de canon bíblico está en el código de Muratori (fines siglo II) y el cierre definitivo del Canon fue establecido por Atanasio de Alejandría el año 367. Coincide con el canon hoy vigente en toda la Iglesia.²⁰⁴

El hecho de no tener un canon definido hace que los límites entre ortodoxia y herejía sean muy confusos. Hasta la conformación del Sacro Imperio Romano, la vida de los primeros cristianos se desarrollará a la sombra del imperio. Sin embargo, muchos de los primeros cristianos murieron horriblemente debido a las persecuciones que se dieron en contra de ellos, hasta la conversión de Constantino al cristianismo por medio del edicto de Milán, que marcó profundas transformaciones en los estilos de vida de los romanos, quienes habían conquistado Judea por lo menos un siglo atrás. El primero en morir de forma cruel fue Jesús, bajo la crucifixión, práctica habitual en el siglo I d. C. Para los cristianos del siglo I la resurrección no solo es un hecho espiritual y religioso, además es un hecho social y político, pues se creía que dios intervendría en la historia en contra de Roma.

Posteriormente, en la ciudad de Jerusalén, un hombre llamado Esteban sería expulsado de la ciudad y lapidado hasta la muerte. Saúl de Tarso persiguió a los seguidores de Jesús y la mayoría huyó en dirección de los campos. Más adelante, en uno

²⁰⁴ Pablo Richard, "Orígenes del cristianismo: memoria para una reforma de la Iglesia", *Espiga* 10, 23 (2012), 55, <https://bit.ly/3dbzLQA>.

de los acontecimientos más místicos del cristianismo, Saúl se convierte al cristianismo y comienza a llamarse Pablo, el personaje más importante del naciente cristianismo pues fue quien llevó al mensaje de Jesús a los gentiles. Los apóstoles marcharán a diferentes lugares llevando la Palabra, anunciando el reino de Dios y el final de los tiempos para Roma. La única salvación sería abrazar la nueva religión dejando atrás el culto a las divinidades griegas y romanas.

En la provincia de Judea, será nombrado Agripa como gobernador, quien tuvo muy poca paciencia con los seguidores de Jesús. El primero en caer por el filo de la espada sería un hermano de Juan, e incluso Pedro fue enviado a ejecución, pero sobrevivió y años más tarde moriría crucificado. Y el apóstol Pablo fue decapitado en el año 68 d. C. El emperador romano Calígula los persiguió porque quería ser reconocido como dios, y también Nerón, que los culpó por el incendio ocurrido en Roma. “En el verano del 64 d. C. un incendio destruyó la mitad de los catorce distritos de la ciudad de Roma. La catástrofe tuvo como consecuencia el surgimiento de una serie de rumores que acusaban de incendiario al emperador Nerón (54-68)”.²⁰⁵

La Roma del siglo III estaba subsumida en los conflictos internos, las revueltas internas, y las guerras en las fronteras del imperio hacían de la vida de Roma algo muy complejo. El emperador Diocleciano reformó el sistema de defensa de las fronteras creando un ejército móvil –allí se encontraba Constantino, el futuro emperador– y dividiendo el imperio en cuatro regiones gobernadas por coemperadores. Diocleciano pensaba que la unidad del imperio se debía a los sacrificios de animales que se hacían a los dioses con relativa frecuencia y que los cristianos eran una amenaza para la salud de Roma, ya que se alejaban de las tradiciones de la ciudad. El emperador exigió que los soldados ofrendaran sacrificios a los dioses romanos, lo que fue difícil para muchos soldados que eran cristianos ya que si se

²⁰⁵ Jorge Cuesta Fernández, “El cristianismo primitivo ante la civilización romana. Sobre la imagen como ‘persecutores christianorum’ de Nerón y Domiciano a través de las primitivas fuentes cristianas”, *Antesteria*, 1 (2012), 128, <https://bit.ly/2Xlndfh>.

negaban debían pagar con sus propias vidas. Luego el emperador expidió un edicto contra los cristianos, que debían abjurar públicamente del cristianismo; si se negaban, también pagaban con su vida.

Con él se inauguró la práctica de aplicar un edicto general imponiendo a todos los habitantes del imperio la obligación de realizar un acto de sacrificio u ofrenda frente a la estatua del emperador en presencia de un magistrado. En caso contrario, los obstinados eran pasibles de duros castigos, entre ellos, la misma muerte.²⁰⁶

Constantino, proclamado emperador por sus legiones en el año 306 d. C., fue un buen combatiente y gozaba del reconocimiento de su ejército. Se enfrentó a los galos, y a Magencio, un usurpador, quien llegó al trono prometiendo rebaja de impuestos y trigo gratis para todos los ciudadanos romanos, aunque al final esto solo fue para los más ricos. Constantino se unió a Licinio, otro coemperador y engañaron a los coemperadores de Oriente con el objetivo de derrocar a Magencio. Constantino rodeó Roma. Magencio recurrió a las profecías sibilinas para encontrar respuestas frente a la situación con Constantino y el oráculo le dijo que Constantino moriría; Magencio parte a la batalla con la convicción de esa muerte. Constantino, por su parte, preocupado la pide al dios cristiano protección en la batalla, que gana finalmente gracias a una visión en el cielo, el símbolo del cristianismo, esto lo llevó no solo a la victoria sino a su conversión y posteriormente la del imperio.

Al comienzo, Constantino se queda en Occidente y Licinio en Oriente, la unión se pactó con una boda; pero años de ambición de poder y la desconfianza llevaron a una guerra civil donde nuevamente se declaró una persecución en contra de los cristianos. Finalmente, Constantino es convertido en emperador de todo el imperio y su meta será construir una ciudad que tendrá por nombre Constantinopla. Convoca un concilio que será en la

²⁰⁶ María Pollitzer, "Dioleciano y la teología tetrárquica", *Teología*, 81 (2003), 162, <https://bit.ly/3e49Mfk>.

ciudad de Nicea debido a que se están matando entre ellos por saber quién debe tener el poder en la Iglesia cristiana de oriente. Allí el emperador exige una unificación de las creencias. Pero ni siquiera la fe podría reunificar Roma.

Constantino echó las bases de lo que sería la Iglesia 1600 años. Después de él la Iglesia se convirtió en un auténtico Estado dentro del Estado, con un gobierno y administración propios, cargada de privilegios, muchos de ellos fiscales, que convirtieron a los altos funcionarios eclesiásticos en una auténtica clase privilegiada, junto al emperador, a los grandes latifundistas y a los funcionarios superiores.²⁰⁷

El Concilio de Nicea del año 318 d. C. es la consecuencia de los enfrentamientos entre los propios cristianos, la interpretación de la figura de Jesús, su legado y las escrituras, asuntos de una profunda discusión en los primeros siglos del cristianismo. Este concilio fue convocado por el propio emperador, por lo que por primera vez se evidencia que un emperador participa directamente en un asunto religioso. El primer acuerdo del concilio fue aceptar que Jesús es hombre y dios al mismo tiempo; además se introdujeron los conceptos de *ousía* y *homousio*, es decir, padre e hijo son de la misma sustancia y quien no acepte este dogma sería echado de la Iglesia cristiana; también se define la fecha de las pascuas cristianas y las funciones de los obispos. Constantino, al final de su vida, se convierte al cristianismo, se bautiza y reconoce que por fin había encontrado la paz en su alma que le permitiría entrar al reino de dios.

Entre el siglo VI y el siglo VIII d. C., cuatro grandes reinos germánicos ocuparon el territorio del otrora Imperio romano. Los visigodos en el sur de Francia, los vándalos, los anglos y sajones en la isla de Gran Bretaña y los ostrogodos, formando el último reino federado, comparten rasgos comunes, por ejemplo, su economía es agrícola y pastoril, viven en casas hechas de madera y paja, donde convivían las personas y los animales; ofrecían sacrificios a

²⁰⁷ José María Blázquez Martínez, "Constantino el Grande y la Iglesia", *Jano*, 109 (1974), 84.

los dioses, especialmente animales; estos dioses estaban asociados a la naturaleza, por lo que las peticiones que se hacían eran por la benevolencia y la prosperidad para las personas; los ritos funerarios eran muy sencillos, solo las personas de las monarquías eran cremados y las cenizas eran guardadas en urnas; le temían a los muertos ya que pensaban que podrían regresar como espíritus para hacerle daño a las personas vivas, por eso incineraban sus muertos. “Según las creencias cristianas medievales, los muertos continuaban existiendo después de que el cuerpo hubiera expirado; habitaban en la antesala del purgatorio, esperando la sentencia del día del Juicio Final”.²⁰⁸

Dicha campaña fue liderada inicialmente por Druso, hijo adoptivo de Augusto, un par de siglos atrás. Este perdió su vida por un accidente en su caballo, así que la tarea final de conquista fue llevada a cabo por Tiberio. Pero este lo hizo por las vías políticas. Los germanos aceptan el ofrecimiento de Roma, pero sacrificarían su propia libertad, adoptando el estilo de vida de los romanos, incluyendo asuntos sociales y religiosos. Ya para el siglo III d. C. nos encontramos en Germania con grandes tribus como los sajones, los francos, los burgundios y los godos; y para el siglo VI, los cuatro reinos germanos son cristianos y la Iglesia pasa a trabajar muy de cerca de las monarquías establecidas. La humanidad ha entrado en la Edad Media.

La Edad Media y el *ars moriendi*

CON LA CONSOLIDACIÓN del Sacro Imperio Romano, el cristianismo se impondría como la religión más importante de Europa, tanto así que la promesa de la vida eterna había tenido éxito en los pueblos romanos y posteriormente en los bárbaros. Ahora el miedo se había trasladado a la herejía religiosa y a la muerte; y el clero y los ciudadanos vivían temerosos del juicio de dios. Pero siempre existirán personas que se opongan a los

²⁰⁸ Roberta Gilchrist, “Cuidando a los muertos: las mujeres medievales en las pompas fúnebres familiares”, *Dones i Activitats de Manteniment en Temps de Canvi*, 24-26 (2005), 52-53, <https://bit.ly/3f7kyBv>.

lineamientos establecidos, que para este caso serán conocidos como los pecadores o herejes. En el siglo XII d. C. los que cometían traición fueron asesinados y sus bienes confiscados.

Pero en términos más generales, todo lo que producía la muerte y el temor a la hora de morir en la Edad Media se presentó de muchas maneras: suicidios masivos, las guerras -especialmente las cruzadas-, las infecciones -entre ellas la pandemia más agresiva de la historia: la peste negra-, el parto y la fiebre puerperal -la enfermedad más común-, las enfermedades infecciosas, las personas torturadas en la Inquisición y, por último, las grandes hambrunas.

La Inquisición

EN EL SIGLO XII d. C. siguen los grupos librepensadores que tenían otra interpretación de los textos bíblicos, los valdenses que vivían en apostólica pobreza y predicando, así no fueran clérigos de la Iglesia cristiana. Sin embargo, esta institución insistía en que cualquiera que quisiera predicar en público debía ser acreditado por el obispo de su diócesis. Cuando los valdenses se negaron a dejar de predicar, el papa Lucio III emitió una bula donde los declaraba a todos como herejes; se les declaró como una amenaza social y perturbadora para los demás cristianos. Más adelante surgirían los cátaros que consideraban su fe como la única verdadera y veían a la Iglesia como pernicioso. Los sacerdotes cátaros, llamados *perfeti*, no podían mentir, blasfemar, comer carne y vivían en perpetua abstinencia. Acusaban a la Iglesia de abusar de su poder clerical, y alrededor del siglo XIII una conspiración cátara mató a un representante papal. Inocencio III declaró una nueva cruzada en contra de los herejes, que se conoció como la cruzada albigense. Muchos cátaros fueron torturados y asesinados, pero no acabaron con el movimiento por diferentes razones.

El catarismo y su doctrina dual encuentran acogida dentro de las ciudades donde existe una mayor comprensión del mundo y en donde la vida social es más activa, destacándose en esta sociedad una presencia del ocio y la diversión con el papel de los trovadores producto del ocio y cultura experimentada por las ciudades. El catarismo siendo adoptado con rapidez

por diferentes estratos sociales -pero esencialmente por las mujeres- sorprende a los clérigos católicos.²⁰⁹

En el año 1215 el papa Inocencio III congregó a todos los líderes cristianos en el IV Concilio de Letrán, celebrado en Roma. La Inquisición había nacido y su objetivo era acabar con la herejía. El papa Gregorio IX, en 1231, nombró nuevos inquisidores que debían identificar a los herejes; aquellos que no se retractaron de sus creencias y siguieron predicándolas fueron quemados en la hoguera. Muchos de estos primeros inquisidores, bajo su fanatismo, terminaron llevando a la hoguera a muchos inocentes.

Con el paso del tiempo, y conforme se vaya configurando la situación sociopolítica medieval, las herejías irán pasando de un problema estrictamente doctrinal a una cuestión estructural, exponiendo que la propia articulación del poder no podía entender un ataque a la fe sin que ellos supiera el mismo tiempo un enfrentamiento con la autoridad humana.²¹⁰

Posteriormente, el papa les delega la responsabilidad a los dominicos de ser los nuevos inquisidores, de buscar y juzgar a los herejes. Había toda una red de informantes que recogía rumores y habladurías; el inquisidor, mientras tanto, predicaba sobre la herejía y daba un periodo de gracia para que los herejes confesaran y así fueran tratados con mayor benevolencia; cuando se terminaba el periodo de gracia, comenzaba un periodo más cruel. Cualquier acusado se convertía en víctima de interrogatorios o arrestos. Las acusaciones se hacían en secreto y se instaba a los buenos cristianos a que acusaran a cualquier sospechoso de herejía. El inquisidor debía tener dos acusaciones antes de poder seguir adelante; cuando la persona llegaba al interrogatorio la investigación ya se había hecho. Al acusado se le obligaba a nombrar a todos sus enemigos y si coincidía con alguno de los acusadores ese testimonio debía

²⁰⁹ Roberth Hurtado Madrigal, "Entre el deseo y la perfección", *Estudios*, 32 (2016): 143, <https://bit.ly/37GN9ep>.

²¹⁰ Javier Belda Iniesta, "El IV Concilio de Letrán como paradigma medieval del ejercicio de los tria munera", *Vergentis*, 2 (2016), 101, <https://bit.ly/2A8hwOS>.

ser desechado, pero el acusado no sabía quién lo había acusado y era casi imposible demostrar su inocencia. Cuando aceptaban su culpabilidad, debían acusar a otras personas. Si obstaculizaban la investigación, se arriesgaban a la cárcel y a perder las propiedades. “La Inquisición nació, no como un tribunal eclesiástico, sino como un tribunal real, de modo que sus procedimientos se enmarcaron en los usos judiciales de la época; y esos usos eran, por lo general, bastante drásticos (al menos para nuestra mentalidad)”.²¹¹

Uno de los métodos más utilizados fue el de la tortura, un instrumento legal que se comenzó a utilizar en 1252 después del asesinato de Pedro Mártir a manos de los cátaros. El propósito era obtener una confesión de los ladrones y asesinos de almas como fueron considerados los herejes, y se aplicaba a quienes se negaban a retractarse o para obtener mayor información. Las técnicas y los torturadores se fueron perfilando cada vez más. En los siglos XIII y XIV la Inquisición siguió su camino por toda Europa. Los castigos iban desde trabajos forzados hasta el encarcelamiento. Pero el castigo mayor era para los reincidentes, a quienes se les condenaba a pena de muerte; estos eran juzgados por las autoridades civiles. Ni siquiera después de la muerte las personas se escapaban de las acusaciones, ya que cuando alguien era acusado de herejía y se le encontraba culpable, sus restos eran exhumados y quemados en la hoguera, y los bienes que había dejado le eran quitados a la familia y pasaban a la Iglesia.

Después de siglo y medio, habían desaparecido casi por completo los cátaros y los valdenses. Ahora la Inquisición giraba hacia la brujería. Se creía que, para conseguir poderes, la hechicera debía renunciar a la fe del bautismo y rendir culto al diablo. También, en términos de política, Felipe el Hermoso, con una Francia en ruinas, acusa a los templarios de brujería y en los años siguientes se queman cientos de templarios con el propósito de quedarse con las riquezas que estos habían acumulado en los últimos siglos.

²¹¹ César Olivera Serrano, “La Inquisición de los Reyes Católicos”, *Clío y Crímen*, 2 (2005): 180, <https://bit.ly/2zBSEyy>.

Los teólogos y juristas de entonces describen la nueva secta de modo análogo a las herejías conocidas, hasta el punto de calificar de 'cátaros' o 'valdenses' a los miembros de la supuesta secta, los cuales aparentemente aún no tenían calificativo propio. Como ha demostrado el historiador alemán Andreas Blauert, el Concilio de Basilea (1431-49) tuvo importancia para la difusión del nuevo concepto de la brujería, dentro del cual encajaban las creencias del vulgo, previamente adaptadas a las premisas de los teólogos.²¹²

La peste negra

EN 1347 SE conoce la noticia de que millones de personas están muriendo en la China, India y el mundo musulmán. Las rutas que ya habían establecido los mongoles con Occidente se convirtieron en el vehículo por el que viajó la peste, aunque se demoró más de quince años en llegar a Europa. La enfermedad se caracterizó por tos, fiebre y escalofríos, de ahí, que su diagnóstico inicial no fuera fácil; pero en un segundo brote aparecían unas yagas en el cuello o en la ingle, de color oscuro y tumefactas. Se extendió con gran rapidez y era altamente contagiosa.

Se supone que la Peste Negra recorrió la Ruta de la Seda, la senda trasasiática utilizada para el transporte de la seda china hasta Europa. Dos razones apoyan esta hipótesis. En primer lugar, en 1346 se registraron brotes de peste en Astrakán y Saray, estaciones de caravanas del bajo Volga, en territorio ruso. En segundo lugar, durante los años 1347 y 1348, el erudito y viajero árabe Ybn Battuta, de regreso de la India refiere en sus escritos la existencia de algunos casos de peste en la Ruta de las Especies.²¹³

²¹² Gustav Henningsen, "La Inquisición y las brujas", *eHumanista* 26, (2014), 135, <https://bit.ly/3cQhHeW>.

²¹³ Carlos Sánchez-David, "La muerte negra. El avance de la peste", *Revista de Medicina* 16, 1 (2008), 133, <https://bit.ly/2ACafHL>.

Para la época medieval, las explicaciones estaban dadas desde el punto de vista religioso y la ciencia medieval pasa más por la superstición. La alineación de tres planetas, Marte, Júpiter y Saturno, habría generado vapores nocivos para la salud de los hombres y este sería el causal de la peste, pero para la mayoría de las personas esto estaba relacionado con un castigo de dios, por ende, era más importante curar el alma que el cuerpo. En cuatro o cinco años se extendió por toda Europa occidental.

La mortalidad en Siena comenzó en mayo. Fue cosa cruel y horrible: no sé por dónde empezar a hablar de su crueldad y de sus sufrimientos horribles. Diríase que casi todos quedaban idiotizados al ver aquel dolor. Y es imposible para la lengua humana narrar la horrible verdad. En realidad, quien no vio cosas tan horribles puede considerarse bienaventurado. Y las víctimas morían casi inmediatamente.²¹⁴

En época de guerras, invasiones y persecución, la peste se convirtió en pocos años en el peor enemigo que hubiera conocido la humanidad, donde murió casi el 80% de la población europea.²¹⁵ Los nobles huyeron de sus villas, muchos sacerdotes se negaron a prestar sus servicios a los moribundos; incluso, se autorizó a que el moribundo se confesara con un laico o una mujer en ausencia del ministro de dios. La peste no permitió sentimientos de compasión o caridad, y los moribundos eran abandonados a su suerte. En muchos lugares la Iglesia perdió el respeto por parte de los feligreses, ya que no lograba detener, ni explicar la peste. Se presentan, entonces, profundas transformaciones sociales y revueltas de campesinos. Había comenzado el fin de feudalismo.

²¹⁴ Robert Gottfried, *La muerte negra: desastres naturales y humanos en la Europa medieval* (Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 1989), 105.

²¹⁵ En 2011 se identificó la bacteria, que sigue presente en la actualidad, solo que nosotros somos descendientes de los que sobrevivieron a la peste y por eso tenemos cierto grado de inmunidad.

Al ser la muerte tan lógica se escriben tratados del “arte del buen morir”, donde se indicaban los pasos a seguir por el moribundo en sus últimos días, por orden papal, los médicos eran los encargados de decir al paciente con una enfermedad grave, que no volvería a restablecerse, entonces el condenado se arrepentía de sus pecados, compraba las absoluciones que requiriera y se dedicaba a rezar y a decir a otros que oran por él. En los finales minutos de vida él mismo dirigía el acto de despedida, su cuarto estaba generalmente abarrotado de familiares, amigos, vecinos y curiosos; con solemnidad llamaba a sus más íntimos y al que se consideraban como opciones casi infalibles y con obligación de cumplirse.²¹⁶

En la agonía de la muerte, el moribundo era asistido y acompañado por su familia, el médico y el sacerdote, quienes procuraban la tranquilidad del enfermo, rezaban por su alma y lo invitaban a dejar resueltos los asuntos terrenales mediante el testamento, para poder estar en paz en el momento de la muerte. Los médicos eran los encargados de entregar la noticia, los sacerdotes desde la época carolingia ya realizaban prácticas litúrgicas de asistencia al moribundo y familia se encargaba de los ritos alrededor de la muerte.

Al menos lo sabemos por el texto donde se dice que está crucificado por el sufrimiento. No aparece apenas en las imágenes en que su cuerpo no está muy enflaquecido, en que todavía conserva la fuerza. Según la costumbre, la habitación está llena de gente porque siempre se muere en público. Pero los asistentes no ven nada de lo que pasa, y por su parte el moribundo no los ve.²¹⁷

En los primeros siglos del cristianismo el momento de la muerte era el momento del arrepentimiento para alcanzar el reino de dios, pero con el pasar de los siglos, la muerte se convertirá en el

²¹⁶ Orlando Mejía Rivera, *Antropología de la muerte* (Manizales: Imprenta Departamental, 1987), 35.

²¹⁷ Philippe Ariès, *El hombre ante la muerte* (Madrid: Taurus, 1983), 97.

escenario para ganar la salvación del alma. El enemigo a vencer es el demonio y las representaciones de las tentaciones que se deben vencer en la vida. El propósito del *ars moriendi* no era eliminar el miedo por el dolor físico sino el sufrimiento provocado por la muerte misma. “Un manual o método para aprender a morir bien, esto es, cristianamente, en paz, serenidad, gracia de Dios, con garantía de salvación”.²¹⁸ Con la llegada del cristianismo, la muerte es considerada como la puerta de entrada a la vida eterna. Cuando el hombre muere, nace para la vida eterna desde la fe cristiana. También el cristianismo profundizó en la dualidad del cuerpo y el alma propuesta por los griegos, pero dejó claro que la inmortalidad es asunto del alma; sin embargo, luego de la muerte, el alma es juzgada por las acciones que realizaron en vida: si había sido un buen cristiano se era merecedor del cielo, si no, el alma sería torturada por toda la eternidad en el infierno. “El proceso de la muerte se percibió como algo natural, obvio, no se temía a la parca en sí puesto que ya se sabía que existía la inmortalidad el miedo radicaba en el castigo que se pudiera tener en el reino de Satán”.²¹⁹

La muerte es inevitable, por eso lo que hay que hacer es prepararse para morir bien. Esta se convirtió en la clave para la salvación: el balance entre las obras buenas y malas, evitar las asechanzas del demonio en el momento final. Los sacramentos como la confesión, el perdón de los pecados y la extremaunción se convirtieron en prácticas claramente delimitadas. Alrededor de todo cristiano debía haber alguien que perdonara sus pecados.

El *ars moriendi* está dividido en seis partes: aceptar la muerte como una experiencia enviada por dios, por lo que debe ser preparada a través de los sacramentos, el arrepentimiento y la penitencia y así alcanzar la gracia de dios; luego recomienda la lectura del tratado a las personas; advierte de la tentaciones y la forma de combatir las; posteriormente un interrogatorio para provocar el arrepentimiento en el moribundo; luego la invocación

²¹⁸ Ildelfonso Adeva Martín, “Ars bene moriendi: la muerte amiga”, en *Ante la muerte: actitudes, espacios y formas en la España medieval*, coords. Jaume Aurell i Cardona y Julia Pavón Benito (Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra, 2002), 296.

²¹⁹ Mejía Rivera, *Antropología de la muerte*, 35.

de la muerte de Cristo en oración; y el llamado a todos los cristianos a asistir a los enfermos para que mueran bien.

Los *Ars moriendi*, o Manuales de la Buena Muerte, surgieron en el siglo XV como compendios de la tradición cristiana acerca de la muerte, acompañados de imágenes que ilustraban sus enseñanzas. Fomentaban una actitud valiente, pacífica y positiva ante la muerte. Esta se presentaba como la última batalla del hombre por la salvación de su alma, enfrentando las tentaciones de los demonios, ayudado por las buenas inspiraciones ofrecidas por su ángel de la guarda.²²⁰

En el siglo XIV el escritor Dante Alligieri escribió la *Divina comedia*. Este libro comienza en un bosque oscuro, que sería la metáfora del pecado y la corrupción del alma. Allí Dante será guiado por el alma del poeta Virgilio. La obra es una descripción del alma en tránsito del ser humano; con la descripción física del infierno, el autor pretende revelar los esfuerzos de una vida humana. Cuando llegan a las puertas del infierno se encuentran un letrero que dice que allí se pierde toda esperanza, un sentimiento fundamental para la vida de las personas en la Edad Media. La violencia y la muerte eran regla general para todos los hombres, que soportaban la crueldad de la existencia por la promesa de una vida eterna. De esta forma, las acciones de los hombres los harán merecedores de esta vida eterna. “El infierno es un abismo en forma de embudo, un valle sombrío al cual se va bajando en espiral por una pendiente estrecha y escarpada que mira al abismo. En la entrada esta Caronte y el río tenebroso”.²²¹

El primer círculo al que llegarán Dante y el poeta Virgilio será el limbo, el lugar donde se encuentran todas las almas sin bautizar y su castigo es la eternidad sin la posibilidad de contemplar a dios. El segundo círculo es la lujuria y contiene a aquellos que se inclinaron por el pecado carnal; estas almas son atormentadas por fuertes

²²⁰ Ana Luisa Haindl Ugarte, “Ars bene moriendi: el arte de la buena muerte”, *Revista Chilena de Estudios Medievales*, 3 (2013), 90, <https://bit.ly/3f6NqKj>.

²²¹ Gloria García, “Infierno, cielo y purgatorio: la divina Comedia de Dante”, *Puertas a la Lectura*, 1 (1996), 16, <https://bit.ly/3dPWG5k>.

vientos que las hacen chocar contra las paredes del infierno. El tercer círculo será el de las personas que sufrieron de gula. El cuarto círculo será el de la avaricia y el derroche. En el quinto círculo están los iracundos y los displicentes, condenados a combatir eternamente presos de la ira. En el sexto círculo están herejes, condenados a yacer en sepulcros destapados y verán el futuro pero no el presente. El séptimo círculo será el de los violentos; allí se encuentran los suicidas. El último círculo será el encuentro con Satán, allí lo que encuentran los hombres será una carencia total de afecto representado por el frío y la oscuridad. El pecado es una opción, pero el precio de este camino será la muerte del alma.

La muerte desde de un dios nórdico

POR OTRO LADO, en la mitología nórdica se hace referencia a los pueblos del norte de Europa, las similitudes con otros pueblos son notable en muchos de sus mitos, esto puede ser explicado a partir del hecho de que estos pueblos se cruzaron culturalmente durante cientos de años. Los pueblos celtas llegaron hasta la isla de la Gran Bretaña, pero tuvieron contacto con griegos y romanos; del mismo modo los vikingos tuvieron contacto con los celtas y los cristianos. Así, en los mitos de estos pueblos se pueden leer muchas de las manifestaciones culturales de otros pueblos europeos. Al respecto, Spence nos cuenta que “la mitología de los pueblos teutónicos tiene una gran similitud con la de otras razas arias, como los griegos, los romanos y los celtas”.²²² Este tema de la muerte ha sido motivo de muchos mitos en diferentes culturas, en algunas de ellas con similitudes que saltan a la vista en la forma de comprender la muerte y de vivirla; en otros, hay diferencias sustanciales en la manera como comprenden la muerte y cómo los hombres participan en dicha experiencia.

La muerte de Balder, el dios nórdico, se asemeja, en algunos aspectos, al mito griego de Pandora, quien libera todos los males que azotan la humanidad, y da comienzo a la batalla final; o incluso al del pecado original de la tradición judeocristiana. Por

²²² Lewis Spence, *Introducción a la mitología*, 230.

la involuntariedad de Hoder, por lo irreversible de su suceso y, básicamente, porque explican el lado oscuro de la tierra que habitamos. En la novela *El anillo de Balder* aparece la siguiente referencia por parte de Frigg: “[...] somos dioses. No tenemos que aceptar que nuestra creación termine. Tú eres Odín; si no tienes una solución, búscala”.²²³ Hasta los dioses tienen dificultad en aceptar la muerte, y esta condición es la que genera las mayores fuerzas de la vida. Muchas iconografías religiosas y símbolos que aparecen en los mitos están inspirados en las fuerzas antagónicas del bien y el mal que dan origen a la vida y todo lo que en ella ocurre.

A Balder se le conocía como el dios más agraciado de todos los dioses de Asgard, era hijo de Odín, el padre de todo, y de su esposa Frigg. Su hermano gemelo era Hoder, dios de la oscuridad, quien además era ciego, taciturno y sombrío. Balder, en cambio, era el dios de la luz, gozaba de ser apuesto y radiante entre todos los Ases. Ambos hermanos vivían en el palacio de Balder, junto a Nanna la esposa de Balder. En los dos hermanos divinos se da la encarnación de las dos fuerzas simbolizadas por la oscuridad y la luz, la oscuridad como aquello que deseamos evitar mientras que la luz es aquello que deseamos perseguir. Dentro de las cosas que se decían de Balder, podemos señalar que en su lengua tenía grabadas las runas y que, como su padre Odín, sabía interpretarlas, también se decía del dios que era un maestro de la medicina natural y que podía ver el futuro por medio de los sueños, aunque ese futuro no podía ser el suyo. Balder era igualmente amado por los dioses y los mortales; y mientras caminaba por Asgard, hablaba de sus sueños que siempre eran buenos.

Pero poco a poco el dios comenzó a cambiar, caminaba encogido de hombros, la luz se fue apagando y tenía aspecto derrotado. Al respecto cuenta Casona:

Por la mañana se levantó lleno de angustia. Sus ojos estaban empañados de bruma. Cogió tristemente la corona de hojas que Nanna le tendía de rodillas y, sin besar a la esposa, se alejó en silencio en busca de su padre. Nanna se apretó las manos

²²³ Manuel Velasco, *El anillo de Balder y otros cuentos vikingos* (Madrid: Tierra de Fuego, 2009), 1.

sobre el corazón. Era la primera vez que Balder no lanzaba su risa clara sobre el amanecer.²²⁴

Los dioses le preguntaron qué sucedía y Balder les contó que sus bellos sueños se habían convertido en pesadillas y que estas le mostraban un destino cruel en el que él iba a morir a manos de uno de sus hermanos. Odín, el padre de todo, cabalgó hasta lo más profundo de Hellheim, el lugar de los muertos, y allí, en los reinos de la diosa Hel, una sacerdotisa llamada Volva, dormida desde hacía muchos años entre el hielo, le dice a Odín que Balder moriría a manos de su hermano Hoder. -No quiero que muera Balder- dice el padre de todo. Y la sacerdotisa le dice: -de nada sirve tu poder, podrás desterrar de tu lado a todos los dioses y los héroes; podrás castigar al culpable. Pero el destino es superior a ti. Balder morirá-. Al escuchar esto Frigg, la madre de Balder, se tomó estos temores en serio y decidió que debía hacer algo para salvaguardar a su hijo, por ello le exigió, a todas las cosas en el mundo que prometieran no dañar jamás a Balder, entonces los animales, las plantas, la madera, los metales, el agua, el viento, el fuego, todos juraron no hacer daño a Balder. La única que no prometió fue una planta, que se le consideró muy joven, frágil e inofensiva, el muérdago. Branston señala como maravillosa consecuencia la siguiente situación: “Un sorprendente resultado de tales juramentos fue que Balder jamás se cortó con un cuchillo, ni se arañó la piel en una roca o piedra, ni se pinchó con un alfiler, ni se torció el pie, ni se golpeó la cabeza”.²²⁵

En este punto es importante señalar la cercanía de otro mito nórdico con el del guerrero Aquiles, quien gozaba de ser inmortal gracias a que su cuerpo había sido sumergido en las aguas de la laguna Estigia, con el propósito que este se hiciera inmortal; pero el talón por el cual fue sujetado quedó por fuera, lo cual determinó que en este punto el héroe fuera mortal, lo que sellaría su destino. Algo parecido sucedió con otro héroe nórdico, Sigfried, quien se

²²⁴ Alejandro Casona, *Flor de leyendas* (La Habana: Gente Nueva, 2004), 52.

²²⁵ Brian Branston, *Dioses y héroes de la mitología vikinga* (Madrid: Anaya, 1987), 135.

bañó con la sangre de un dragón que lo haría inmortal; pero cuando se estaba bañando, una hoja cayó sobre su espalda determinando su punto débil por el que le llegaría la muerte más adelante.

Las variantes de la historia de Siegfried también ofrecen una correspondencia increíblemente íntima al cuento de la muerte de Balder. Según el Nibelungenlied alemán, Siegfried fue bañado en la sangre de un dragón y era, por consiguiente, invulnerable salvo una mancha en su espalda donde una hoja de tilo había caído. Hagen averiguó de la esposa de Siegfried, Kriemhild, dónde estaba este lugar, y lo atravesó con un arpón en la parte de atrás cuando se agachó para beber de un arroyo. El motivo de invulnerabilidad y el ser atravesado con un arpón son inexistentes en la versión Nórdica -podría sugerirse que el motivo fue que Balder todavía era conocido como un dios en el norte en ese momento, pero se había suprimido hacía mucho tiempo en el sur-. En ambas versiones, sin embargo, la figura de Siegfried era muy semejante a Balder: guapo y amado por todos, el más airoso de los hombres y el mejor de los guerreros, pero condenado a morir joven a pesar de toda su fuerza y protección mágica. Volviendo a nuestro dios Balder, su condición era que nada podía hacerle daño.

De este modo se volvió habitual un juego entre los dioses para poner a prueba la invulnerabilidad del dios, un juego donde le tiraban cosas a Balder, ya que nada podía dañarlo; le tiraban piedras, flechas, espadas, lo sumergían en el agua, por supuesto nada le hacía daño. Un dios observaba esto en silencio y se sentía celoso de la popularidad de Balder, era su hermano Loki, quien se dedicó a crear un plan para la muerte de Balder. Pensó que era imposible que el dios fuera totalmente inmortal, de tal manera, tomó la forma de una anciana y fue a visitar a Frigg, que estaba hilando en su palacio. Cuando ambas estaban conversando, la madre le contó que solamente una cosa no había hecho el juramento de no hacerle daño a Balder: el muérdago, y que este crecía al oeste del Valhalla.

El dios Loki salió corriendo en busca del muérdago, armó con la planta la punta de una flecha, salió con la flecha y la entregó al hermano ciego de Balder quien no participaba del juego. -¿Por qué no le estas tirando algo a Balder? Preguntó Loki. -En primer lugar, no puedo verlo y, en segundo lugar, no tengo nada que tirarle. Loki lo anima diciéndole que le dispare una flecha que él la

guiará en dirección del dios, Hoder dispara la flecha y Balder cae muerto para tristeza, consternación e incredulidad de los dioses. El juego se había llevado a cabo en un lugar sagrado, no podían vengarse allí del asesino de Balder, aunque sabían perfectamente quién había sido. La pena era tan grande que apenas si podían hablar por el llanto.

Todos los dioses, e incluso hasta algunos gigantes de hielo, acudieron al funeral de Balder, entre ellos se encontraba Odín y Frigg, acompañados de las Valquirias. Frey, dios de la vegetación y la fertilidad, las diosas Freia, Heimdall y demás divinidades nórdicas. Como era costumbre entre los vikingos, subieron el cadáver del dios Balder a su barco, el Hringhorni, el barco más grande que se había visto hasta el momento, para que condujera al dios hasta los oscuros dominios de Hel. Dejaron el cuerpo sobre una pira y embarcaron su caballo y sus bienes más preciados. Además, Odín dejó el anillo de Balder, llamado Draupnir que era mágico y cada nueve noches generaba otros ocho anillos. Cuando la pira fue encendida a Nanna, la esposa de Balder, se le rompe el corazón de dolor y cae muerta también justo en la pira donde se encuentra su esposo.

Frigg promete todo su amor y aprecio a quien fuera capaz de traer a Balder de vuelta entre los vivos desde el mismo Hellheim. Hermond, hermano de Balder, se ofrece para ir en busca de su hermano en el lomo de Sleipnir, el caballo de ocho patas de Odín, y se lanza en busca de regresar a su hermano al mundo de los vivos. Después de nueve noches de viaje, Hermond logra atravesar el río Giol, donde se encontró con la gigante Modgud, quien custodiaba el acceso al Hellheim, y siguió rumbo hacia el norte y hacia abajo hasta que llegó al reino de Hel. De un salto, Sleipnir cruzó la verja que protegía el espantoso lugar. Hermod descabalgó y se dirigió hacia una casa donde se encontró con su hermano y su esposa. Pasó la noche con ellos y a la mañana siguiente pidió a Hel que les dejara volver con los dioses. Hel accedió a cambio de una condición: si todas las cosas del mundo vivas o muertas lloraban su pérdida, permitiría que Balder regresara entre los vivos. Balder le devolvió a Hermod el anillo Draupnir para que se lo entregara a Odín como presente y Nanna un paño y otros regalos para Frigg.

A su regreso, Hermod informó a los dioses en Asgard la condición que había puesto Hel, por lo cual los dioses fueron a

pedir las lágrimas que sacaran a Balder del reino de los muertos. Todas las cosas lloraron la muerte de Balder, excepto una bruja llamada Tok, quien vivía en una cueva. Tok se negó a llorar por la muerte de Balder y dijo lágrimas secas son las que se desprenderán de Tok. Vivo o muerto, jamás el hijo del hombre me ha servido, dejemos que Hel retenga lo que es suyo. Tok en realidad era Loki disfrazado, y el hermoso dios tuvo que quedarse en el reino de los muertos. Tal como lo señala Muñoz, “[...] los mitos fundamentales en torno a Balder se refieren a su muerte y funerales, estos aparecen descritos en la Edda menor de Snorri Sturlsson”.²²⁶ Los dioses estaban inconsolables al escuchar la negativa de la hechicera. Debido a su actitud, Balder quedó condenado a permanecer en el reino de los muertos. Sus hermanos se lamentaban abatidos ante la maldad de dicho ser. Y luego comprendieron la verdad: tal maldad solo podía provenir de Loki. En su dolor los dioses determinaron hacerlo desaparecer para siempre. Loki sabía perfectamente que le esperaba el peor de los castigos y desaparece inmediatamente.

Los pueblos nórdicos, y más específicamente los vikingos, practicaban dos tipos de entierros: la cremación y la inhumación. En ambos, el cadáver se enterraba dentro de una nave o un carro. Esto nos lleva a la suposición de que se creía necesario algún modo de transporte para llevar al difunto al otro mundo, en este caso específico el Hellheim; y el entierro con caballos, encontrado sobre todo en Dinamarca y en Birka, Suecia, puede sugerir lo mismo. Sin embargo, parece estar claro que el entierro con nave o carro estaba reservado para las personas ricas y pueden simplemente haber sido la manera de recalcar la alta posición social e importancia de la persona difunta. Cohat nos trae la siguiente reflexión:

Los vikingos creían en la existencia de una vida más allá de la muerte. A los difuntos a veces se les incineraba, aunque lo más habitual era que se les inhumase con unos cuantos objetos personales en unas tumbas rodeadas de piedras que

²²⁶ Francisco Javier Muñoz Acebes, “El dios que muere en la mitología germánica: estudio, fuentes e interpretaciones en torno a Baldr”, *Revista de Ciencias de las Religiones*, 8 (2003), 83, <https://bit.ly/2MZHZkf>.

recordasen la forma de un navío. Los restos de los personajes más relevantes se depositaban en un barco junto con una gran variedad de objetos de gran valor. En ocasiones los acompañaban sus animales, sus servidores y sus concubinas para servirles.²²⁷

En este punto es bueno que consideremos varias situaciones del pueblo vikingo. Primero, bajo el nombre de vikingo agrupamos personas que vienen de procedencias distintas, algunos vienen de lo que hoy es la actual Dinamarca, otros vienen de lo que hoy es la actual Suecia y otros vienen de lo que hoy es la actual Noruega. Y, en segundo lugar, debemos considerar que son pueblos que se dedicaron, gracias a su desarrollo naval, a migrar a diferentes partes del mundo, llegando incluso hasta la actual Norteamérica. En algunas partes sufrirán un proceso de hibridación cultural, específicamente en temas como el de la muerte. Allan nos presenta la siguiente reflexión:

Los pueblos nórdicos tenían visiones conflictivas sobre lo que ocurría después de la muerte. Las distintas regiones, comunidades e incluso los individuos sostenían distintas ideas sobre el más allá y lo que deparaba. La creencia mejor conocida tenía que ver con el Valhalla, el salón de festejos de Asgard, donde Odín era el anfitrión de reyes muertos y guerreros. Los vikingos que entregaban su vida en el campo de batalla eran llevados allí por las Valquirias, guerreras cuyo nombre significaba las que escogen entre los asesinados.²²⁸

En la mitología nórdica nos encontramos con las Valquirias que son doce divinidades femeninas, muy parecidas a las Amazonas griegas, divinidades hermosas y guerreras. Como diosas de la guerra, escogían a los combatientes que morirían en los campos de batallas. Se las representaba como vírgenes audaces que cabalgaban por el aire, presenciando los combates que ellas

²²⁷ Yves Cohat, *Tras los pasos de los vikingos* (Barcelona: Blume, 2004), 95.

²²⁸ Tony Allan, *Vikingos: la batalla al final de los tiempos* (Madrid: Jaguar, 2002), 132.

arbitrarían. Sus decisiones, en última instancia, correspondían a la voluntad de la divinidad máxima del panteón nórdico, Odín. Los guerreros seleccionados eran llevados al palacio del Valhalla, donde celebran eternamente y esperan el comienzo del Ragnarok. Las descripciones que se realizan del Valhalla nos cuentan de un palacio magnífico con 540 puertas, cada una de ellas lo suficientemente ancha como para dejar pasar a 800 guerreros caminando de frente, sus paredes se encontraban adornadas con brillantes lanzas, su techo estaba formado de brillantes escudos. En este lugar, los elegidos celebraban con abundante hidromiel y carne de jabalí que se regeneraba cada noche. Los guerreros festejan y luchan entre ellos como entrenamiento para el Ragnarok de cual tomarán parte.

Por otro lado, el destino de las personas que morían en cama a causa de una enfermedad o que morían sin haber derramado una gota de sangre en combate eran condenados a una horrible vida en el más allá, en el reino de Hel. Esta región estaba gobernada por la siniestra diosa del mismo nombre, cuyo cuerpo era mitad carne viva y mitad cadáver pudriéndose. Nuevamente se encuentra una gran semejanza con el mito griego de Medusa, que era una representación del cadáver en sus primeras etapas de descomposición. Allan señala otras características más de este lugar: “Desde Hel, podían pasar al gélido frío de Niflheim o si no, desterrados a Nastrond, una encalladura de cadáveres donde eran arrastrados por corrientes de veneno antes de ser lanzados al caldero Hvergelmir para alimentar el monstruo Nidhogg”.²²⁹

Por otro lado, Enrique Bernárdez interpreta el mito de Balder como un rito iniciático para jóvenes guerreros: “[...] el neófito es sometido a un ataque masivo de los guerreros adultos; muere figurada y ritualmente; recibe un sepelio igualmente ritual, en el que se le entrega su primer brazalete de guerrero; nace a la nueva vida de guerrero adulto”.²³⁰ Estos ritos imponen una serie de deberes en quien quiere iniciarse en un arte. La iniciación, en este

²²⁹ Tony Allan, *Vikingos: la batalla al final de los tiempos*, (Madrid, Jaguar, 2003),133.

²³⁰ Enrique Bernárdez, *Los mitos germánicos* (Madrid: Alianza Editorial, 2002), 213.

caso, implica la muerte del discípulo y su posterior renacimiento como adepto. El sentido de los rituales de iniciación en el mito de la muerte de Balder, en ese aspecto, es doble. Por una parte, operan como una técnica de expansión de la conciencia para asimilar mejor los contenidos de la enseñanza y, por otra, funcionan como un reaseguro de los resultados de lo que emprende el nuevo guerrero.

El mito puede ser una comprensión no racional, pero seríamos más acertados si pensamos que es una comprensión intuitiva y emotiva que obedece a una aprehensión diferente de la realidad. Muñoz nos regala la siguiente reflexión:

El cristianismo nos ofrece uno de los episodios más conocidos de este tipo y la posibilidad de que el mito cristiano haya influido sobre el mito de Balder no es descartable del todo. Los paralelismos son múltiples y evidentes en ambos episodios: la flecha de muérdago es comparable a la lanza del destino de Longino, ambos dioses regresarán al final de los tiempos.²³¹

De tal suerte que la muerte de Balder guarda un increíble paralelismo con Jesucristo: ambos son los hijos de dios, en ambos se reconoce la prolongación de dicho reinado, ambos, a pesar de su naturaleza divina, mueren y vencen la muerte para formar un nuevo reino. También hay increíbles paralelismos con las grandes batallas y juicios al final de los tiempos en estos dos relatos. Georges Dumezil ofrece una de las interpretaciones más documentadas del mito siguiendo sus habituales procedimientos comparatistas. En esencia, establece una evidente relación del mito de Balder y el Ragnarok, que han sido, a su juicio, erróneamente separados. En este sentido, el mito de la muerte de Balder también trae un elemento que es propio de la tragedia y es el conocimiento de lo que va a suceder y no poder hacer nada para cambiar ese destino. Todos sabían que Balder iba a morir, incluso el propio Odín, pero nadie logró evitar ese hecho. Tal como lo señala Branston: “[...] la pena de Odín fue más amarga que la de los demás, aunque

²³¹ Francisco Javier Muñoz Acebes, “El dios que muere en la mitología germánica: estudio, fuentes e interpretaciones en torno a Balder”, *Revista de Ciencias de las Religiones*, 8 (2003), 89, <https://bit.ly/2MZHkzf>.

el hecho en sí no supuso para él sorpresa alguna. Sabía lo que significaba el asesinato de Balder: aquello era el principio del fin”.²³² La muerte de Balder ha hecho posible la identificación del mal, encarnado en su hermano Loki, que fue apresado por sus hermanos, llevado al Hellheim, atado y sometido a un suplicio en el cual el veneno de una serpiente cae sobre su rostro produciendo un enorme dolor, hasta el comienzo del Ragnarok.

Todo el esquema de la mitología nórdica era un drama, conduciendo cada paso de su historia, de manera gradual, hacia el clímax o final trágico, cuando, con verdadera justicia poética, el castigo y la recompensa serían imparcialmente impuestos sobre todos sus protagonistas. Así sucedió en este caso, donde los Ases toleraron la presencia del mal entre ellos, personificado por Loki. Débilmente se dejaron llevar por sus consejos y permitieron que les involucrara en toda clase de problemas, dificultades y enigmas a precio de separarse de la virtud o la paz. Poco a poco le fueron permitiendo tal dominio a Loki sobre ellos, que este no vacilaba en robarles sus más preciadas posesiones, la pureza, o la inocencia, personificada por Balder el Bondadoso.

El Renacimiento: la vida y la muerte como una obra de arte

EN EL SIGLO XVI, artistas como Miguel Ángel, Da Vinci y Boticelli habían ganado un gran reconocimiento, ya que el arte puso en el centro nuevamente al hombre. En el Medioevo existía un rechazo por la imagen del hombre en el arte, en el Renacimiento el hombre sería casi como un dios. Los artistas de esta época desarrollaron la técnica y el arte de los antiguos griegos, que se había olvidado con el paso de los siglos; pero van más allá y rescatan la simetría, redescubren el arte de las cúpulas; por eso se explica que en esta época se construyeran nuevos templos y la anatomía fuera el auge en el arte.

²³² Branston, *Dioses y héroes de la mitología vikinga*, 136.

Al principio, las disecciones o anatomías fueron privadas frente a un reducido número de estudiantes, pero a fines del siglo XV las principales universidades italianas hacen una innovación importante al decretar estatutos para realizarlas de manera sistemática con fines de enseñanza. El texto utilizado desde el siglo XIII fue la *Anatomía mundini* de Mondino de Luzzi. Sin embargo, no era una técnica para revelar nueva información sobre el cuerpo humano y el número de estudiantes era reducido además de realizarse de manera esporádica.²³³

El primer artista en representar una figura desnuda será el David de Donatello. El Renacimiento no tiene problemas en representar el cuerpo desnudo o casi desnudo, lo que es de suma importancia para el desarrollo de la medicina. El hombre ya no solo es un ser avivado por un alma y controlado por las estrellas; es un ser que funciona como una máquina. Esto llevó a un aumento muy grande por el amor propio de los seres humanos.

El antropocentrismo moderno ha terminado colocando la razón técnica por encima de toda realidad (LS 115), situando al ser humano en una suerte de espacio vacío, donde no hay relación constitutiva con las otras instancias de la realidad, con su propia corporeidad, ni con la naturaleza en la que habita, ni con otros modos de ejercer la racionalidad humana en escucha respetuosa de las otras instancias.²³⁴

Los artistas al comienzo del Renacimiento ya estaban muy familiarizados con el cuerpo humano y su anatomía, con ilustraciones nuevas mostraban de una forma clara la anatomía del ser humano. Pero sin lugar a dudas será Leonardo da Vinci quien mejor plasmará en su obra sus conocimientos de anatomía, dando una inusitada fuerza y detalle a las mismas. Esto también

²³³ Andrés Romero y Huesca et al., "La cátedra de cirugía y anatomía en el Renacimiento", *Cirugía y Cirujanos* 73, 2 (2005), 153, <https://bit.ly/3daMgw6>.

²³⁴ Juan Antonio Senent de Frutos, "Antropocentrismo y modernidad. Una crítica post-ilustrada", *Revista de Fomento Social*, 281 (2016), 110-111, <https://bit.ly/3d8m5WR>.

trajo consigo el florecimiento del comercio ilegal de cuerpos de personas que habían acabado de fallecer.

Hoy la faceta del Leonardo anatomista es reconocida ampliamente, pero sus contemporáneos apenas sabían que se dedicaba a estos estudios pues nunca ejerció docencia ni publicó nada al respecto. Leonardo era muy inconstante y no acabó ninguno de los libros que comenzó a escribir. Sin embargo, dejó un gran legado de manuscritos, de los que se conservan más de setecientos cincuenta dibujos y cerca de ciento veinte notas anatómicas. Nada de eso influyó en la historia de la anatomía, y solo cuando a mediados del siglo XVII empezaron a darse a conocer compilaciones de sus obras tomó valor para la anatomía artística.²³⁵

El padre de la anatomía será Galeno hasta esta época, conocimiento que adquiere de las autopsias que realizaba a monos y osos. Durante muchísimos siglos el descuartizamiento de cadáveres se consideró pecado por parte de la Iglesia católica, pero en 1503 Da Vinci consigue el permiso para realizar más de treinta autopsias a cadáveres que tenían denegado el sepelio. Entonces dibuja órganos, huesos y músculos desde diferentes perspectivas. Será el primero en ver el apéndice, en identificar que el corazón es un músculo y que funciona por medio de venas y arterias. Más adelante Vesalio será quien culminará la obra que había empezado da Vinci.

Con rigor no podemos hablar de ciencia y medicina moderna hasta bien avanzado el quinientos, de forma que los historiadores de la ciencia y de la medicina consideran como fecha emblemática el año 1543, cuando se difunden los dos grandes textos modernos: la obra de Nicolás Copérnico (*De revolutionibus orbium coelestium*), punto de partida de la moderna concepción del mundo, y la obra de Andrés Vesalio (*De humani corporis fabrica libri septem*) que inauguraba una nueva visión del cuerpo humano. La obra de Vesalio es

²³⁵ José Luis Crespo Fajardo, coord., *Bellas artes y trincheras creativas* (Texcoco: Universidad Autónoma de Chapingo, 2014), 163.

el resultado de la conjunción de varias instancias, todas las cuales colaboraron en el nacimiento de la anatomía moderna. En primer lugar, el interés por la realidad humana y una nueva actitud hacia el cuerpo, imponiéndose como práctica habitual la disección sobre el cadáver humano.²³⁶

En la alta Edad Media, especialmente en el siglo XIV d. C, en la península Ibérica, era frecuente en los ritos funerarios la presencia de las plañideras, mujeres a las que se les pagaba por expresar su dolor con un llanto profuso, acompañado de gritos y rasgado de la vestiduras; los hombres tiraban de sus cabellos y a los acompañantes se les daba una pieza de pan durante las honras fúnebres.

De esta forma, los sepulcros se fueron convirtiendo también en una forma de reconocimiento después de la muerte sobre la importancia que las personas habían tenido en vida. Por ejemplo, a la nueva clase ricos comerciantes se les comienza a reconocer por la sepultura llana, diferente de las sepulturas propias de la nobleza, de este modo la sepultura comienza a ser una forma de reconocimiento de lo que había sido la persona en vida, su posición social, la importancia y el dinero que se había logrado en la vida también se muestran en la muerte.

La muerte en la modernidad

Así LLEGAMOS A nuestra época moderna. A partir del siglo XVII, tenemos a llama René Descartes, que en su libro de las *Meditaciones metafísicas* va a plantear una frase en latín muy interesante: “Cogito, ergo sum”, que significa “Pienso, luego existo”. Allí se le dio un lugar de privilegio al pensamiento y la forma en que los hombres habitan la realidad es por medio del pensamiento y la razón que el hombre construye, habita y explica. La separación entre el pensamiento y los sentimientos trajo profundas consecuencias en la sociedad moderna.

²³⁶ Juan Riera Palmero, “Andrés Vesalio (1514-2014) en el quinto centenario de su nacimiento”, *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 52 (2015), 15, <https://bit.ly/3hKOaaj>.

En esta nueva forma de vivir el placer de la vida, el *Industrialismo* fue algo más que chimeneas y cadenas de producción. Afectó, en el siglo XX, a todos los aspectos de la vida humana y combatió todas las características del pasado. Las formas del placer de vivir cambiaron: el tractor invadió las granjas; las máquinas de escribir se instalaron en las oficinas, y las heladeras en las cocinas. Surgió el periódico diario y el cine, el subterráneo, el cubismo y la música dodecafónica; las huelgas de brazos caídos, píldoras vitamínicas y una vida más larga. Se universalizó el reloj de pulsera y la urna electoral. El deseo de vivir, antes orientado hacia la vida futura y extraterrena, estaba unido ahora al presente y a la productividad.²³⁷

Nuestra cultura se ha construido dándole un lugar de privilegio al pensamiento, este es un bien muy valioso: lo delicado es que en el camino dejamos de lado el mundo emocional. Cuando esto lo llevamos al sector salud, es más delicado porque pensamos que la curación está en el personal de la salud y el conocimiento que este tiene. Se cree que el entorno y los pacientes no aportan nada al proceso de curación. Lo increíble es que desde el mundo griego ya se había identificado en el acto curativo la importancia de la comunicación. Cuando el médico se logra comunicar con su paciente es más fácil curarlo, por eso la importancia de la cercanía, de la escucha, de la pregunta como medio de acercamiento. Cuando se activa en el paciente este deseo de curación, el proceso tiene un poder increíble; no es algo científico, se llama el arte de curar.

El arte ejercido en la medicina es un arte muy peculiar, que no coincide en todos sus aspectos con lo que los griegos llamaban *techne* y lo que nosotros denominamos unas veces, arte, y, otras, ciencia. El concepto de *techne* es una curiosa creación de la mentalidad griega, del espíritu de la historia, del libre reconocimiento pensante de las cosas, y del *logos*, de esa disposición a dar cuenta de los fundamentos de todo lo que el

²³⁷ William Daros, "La creación de la modernidad. Nuevos deseos e intereses de la humanidad", *Invenio*, 18, 34 (2015), 56, <https://www.redalyc.org/pdf/877/87739279005.pdf>.

hombre considera como verdadero. Con este concepto y con su aplicación al campo de la medicina, se adopta la primera decisión en favor de algo que caracteriza a la civilización occidental. Y es que el médico deja de adoptar la figura del curandero, rodeado del misterio de sus poderes mágicos, para pasar a ser un hombre de ciencia.²³⁸

En los pacientes, órganos y enfermedades vemos el conocimiento y la técnica como algo muy valioso. Pero si dejamos de lado el factor humano, entonces no vale la pena. Siempre esperamos que los profesionales de salud tengan excelentes conocimientos y dominen bien su técnica, aunque esto es imprescindible pero no suficiente. Hoy adolecemos de un trato humanizado hacia los pacientes y más aún hacia las situaciones complejas de la vida como es la muerte.

Bajo la mirada fría, desapasionada, imparcial de la ciencia, somos solo carne mortal alterada por las enfermedades o ya atrapada por las fauces inexorables. Poco importa que el médico sea más o menos cordial, más o menos compasivo, el universo mental al que pertenece es el de los átomos fatales y en ese reino no caben ni las magias de la esperanza, ni las montañas de la fe, ni los desórdenes del milagro.²³⁹

En el siglo XVII Europa se encuentra dominada por las monarquías, los excesos y las guerras de absolutismo entre las diferentes monarquías. También encontramos un desarrollo inusitado de la filosofía que se convertirá en preludeo de la Ilustración. Los descubrimientos como las bacterias y los espermatozoides comienzan a darle otra tonalidad al origen de la vida. Harvey describe la circulación de la sangre humana y la manzana de Newton nos lleva a comprender que la fuerza de la gravedad es lo que mantiene a los planetas en sus órbitas. El hombre

²³⁸ Gadamer Hans-Georg, *El estado oculto de la salud* (Barcelona: Gedisa, 2001), 45.

²³⁹ Ospina, *Es tarde ya para el hombre*, 78.

descubrió que el corazón es un músculo y las leyes del universo, que de a poco se trasformarán en la base de la ciencia moderna.

Debemos los conocimientos sobre fisiología cardiovascular a los estudios del médico inglés William Harvey, quien supo aunar algunas observaciones anatómicas precedentes con los primeros experimentos médicos cuantitativos realizados por él mismo. Su gran descubrimiento consistió en demostrar que el corazón envía la sangre hacia todo el cuerpo y que esta regresa en su totalidad al corazón en un circuito cerrado, proceso que tiene lugar todo el tiempo y con toda la sangre. Este descubrimiento es considerado como el único adelanto en fisiología de principios del siglo XVII. Pero además de la importancia de este descubrimiento, Harvey fue pionero en otro aspecto: fue el iniciador del método científico.²⁴⁰

A finales del siglo XVIII se da la Revolución francesa. Nacida en la Ilustración planteó una sociedad más allá de la monarquía y la Iglesia. Para esta época ya no existía la peste, pero sí existía el hambre que sería el combustible de la revolución. Existían tres clases sociales, los nobles, los campesinos y la Iglesia; pero la razón y la ciencia comienzan a cuestionar las diferencias entre dichas clases, el rey y la Iglesia decían qué se debía pensar, pero la Ilustración defendía el principio de pensar por sí mismo. Francia estaba sumida en una gran crisis económica, implementó reformas que grababan impuestos a los campesinos y no a la monarquía, se desató una gran hambruna y comenzaron los disturbios sociales, esto desembocó en la toma de la Bastilla y la proclamación de los derechos del hombre. El líder de la revolución es Robespierre, quien, con el ánimo de separarse de prácticas, muchas de ellas medievales, termina aboliendo la esclavitud y elimina la pena de muerte. “Durante mucho tiempo, uno de los privilegios característicos del poder soberano fue el derecho de vida y muerte. Sin duda derivada formalmente de la vieja *patria potestas* que

²⁴⁰ Alfredo Buzzi, “La circulación de la sangre a 400 años de su descubrimiento”, *Revista Argentina de Cardiología*, 84, 6 (2016), 595, <https://bit.ly/2XJUkiX>.

daba al padre de familia romano el derecho de ‘disponer’ de la vida de sus hijos como de la de sus esclavos; la había ‘dado’, podía quitarla”.²⁴¹ Esto introdujo un cambio significativo, ya no se podía legislar sobre el poder soberano de quitar la vida; ahora se debía legislar sobre la vida. Hoy observamos cómo en la mayoría de las constituciones ha desaparecido la pena de muerte como pena capital, los castigos se imponen sobre la vida del delincuente, pero sin arrebatarla.

Europa había acumulado una serie de prácticas desde la época de la Inquisición. La pena de muerte para la nobleza era la decapitación, la revolución se había democratizado, la pena de muerte se imponían según la clase a la que se perteneciera, la revolución había igualado a todos los ciudadanos, desde Luis XVI hasta los traidores de la revolución terminando con Robespierre, se había democratizado la forma de morir: la guillotina durante y después de la revolución francesa.

Uno de los reclamos que comienza a escucharse con más fuerza es el de un despotismo ilustrado. Se cuestiona el régimen impuesto entre la nobleza y el clero, y se exige la separación de la Iglesia y el Estado. Con la redistribución del poder se sientan las bases de la democracia moderna. En el contrato social se plantea que el Estado debe ser gobernado por la voluntad general del pueblo, en otras palabras, quiere sustituir el absolutismo por la república.

La república por su parte, no es una doctrina o un movimiento político, sino designa la forma o la esencia de la política si se considera su acepción amplia o un régimen político opuesto a la monarquía –si se toma en cuenta su sentido restringido–. Como término genérico, la república significa la cosa pública, la cosa del pueblo, la comunidad, la empresa común de los ciudadanos, dirigida por ellos para la consecución del bien común.²⁴²

²⁴¹ Michel Foucault, *Historia de la sexualidad* (Ciudad de México: Siglo XXI, 2007), 162.

²⁴² Sergio Ortiz Leroux, “República y republicanismo: una aproximación a sus itinerarios de vuelo”, *Argumentos*, 20, 53 (2007), 14, <https://bit.ly/2YA7Nsl>.

El siglo XIX se consolidan dos formas de pensamiento político, el conservadurismo, que tenía como propósito el restablecimiento de privilegios para la monarquía y el clero con una figura de autoridad central; y por otro lado, el liberalismo, que quería instaurar la eliminación de privilegios para la Iglesia y la monarquía y una economía no centralizada, sino regida bajo la ley de la oferta y la demanda. También había estallado la revolución industrial desde Inglaterra llenando las ciudades de enormes fábricas y transformando la vida de los hombres. “El término revolución industrial suele referirse al complejo de innovaciones tecnológicas que, al sustituir la habilidad humana por la maquinaria y la fuerza humana y animal por energía mecánica, provoca el paso desde la producción artesana a la fabril, dando así lugar al nacimiento de la economía moderna”.²⁴³

Finalmente, encontramos en este siglo el periodo del romanticismo, que estuvo ligado al pensamiento liberal. La máxima de esta época será la de la libertad como bien supremo. Además, uno de sus rasgos más distintivos fue la oposición al racionalismo de los siglos anteriores, pues los románticos antepusieron su gusto por el misterio, la noche, los sentimientos y la audacia expresiva a la luz como símbolo del movimiento ilustrado. Para los románticos el arte debía conmover, despertar emociones y buscar lo fantástico en los espectadores, contrario a lo que proponían los clásicos. El espíritu romántico se valía más de las experiencias personales que de los preceptos científicos, como en la novela *Werther* de Goethe. También prefirieron, en la época de la Revolución industrial, volver la mirada a la naturaleza, como lo expresa Beethoven en varias de sus odas. “La muerte de Napoleón en Santa Elena en 1821 coincide con el verdadero movimiento romántico. No es una casualidad si la tercera sinfonía de Beethoven está dedicada a Napoleón. La revolución y el imperio napoleónico provocan un trastorno general de Europa, capaz de edificar un movimiento universal”.²⁴⁴

²⁴³ David Landes, *Progreso tecnológico y revolución industrial* (Madrid: Tecnos, 1979), 15.

²⁴⁴ Jean-Louis Picoche, “¿Qué es el romanticismo?”, en *Actas del congreso internacional: Enrique Gil y Carrasco y el Romanticismo* (El Bierzo: Andavira, 2015), 2.

En el movimiento gótico, la presencia de la muerte y de los espectros fantasmales se apoderará de la imaginación de los artistas, tal fue el caso de *Frankenstein* de Mary Shelley y *Drácula* de Bran Stoker. El primero de ellos representa una metáfora de la ciencia con el hombre como su última creación. Ya decía Goya que “el sueño de la razón produce monstruos”, y el culto excesivo a la razón había convertido a los hombres en esclavos, por eso se abrían espacios a la pasión; por eso, muchos artistas románticos decidieron quitarse la vida como respuesta al hastío de la vida, una pasión por la muerte que no encierra la esperanza de la vida eterna. Es la belleza del otoño y el invierno que representa la muerte como la caída de las murallas humanas.

Conclusión

Se completa el samsara: la deshumanización de la muerte en la cultura contemporánea

DESDE LA CIENCIA y la técnica, propias del siglo XX, la muerte se convierte en un suceso que hay que organizar individual y socialmente, de modo que el paciente y la familia sufran lo menos posible: el dolor, el sufrimiento y las molestias han de ser cuidadosamente obviadas, en algunas situaciones aisladas, mediante un tratamiento que evite los dramas. El médico y la medicina han cambiado sus fines, a quien hay que vencer es a la muerte y cualquier otro resultado es el fracaso del acto médico.

El siglo XX, en la época actual, manifiesta ante la muerte una única actitud, la negación de ella, el instrumento utilizado para tan difícil labor ha sido la ciencia tecnológica médica, la escala de valores se modifica cuando hay cambio de creencias, la metodología de negación de la muerte es la siguiente: el hombre lo puede todo, la ciencia ya no tiene límites y logrará el dominio absoluto de la naturaleza. Como nada es imposible, la muerte pierde su característica de irreversible y se transforma en otra clase de enfermedad, que tarde o temprano será vencida.²⁴⁵

Una de las promesas del mundo moderno fue el desarrollo ilimitado sobre la base de la ciencia y la tecnología. Esa idea de progreso y de bienestar fue el espíritu propio de la Modernidad. En el campo de la medicina, los nuevos conocimientos, el avance de la tecnología médica y las posibilidades de intervención sobre pacientes cada vez más complejos y con enfermedades de difícil manejo llevaron a convertir la muerte en el último reto de la ciencia. La muerte cada vez sale más del campo religioso y espiritual

²⁴⁵ Mejía Rivera, *Antropología de la muerte*, 45.

y se convierte en un fenómeno científico; sin embargo, frente a la inmanencia de la muerte misma opera un gran silencio. “La muerte, con todos sus gestos adyacentes, se ha convertido en el gran tabú de la segunda mitad del siglo XX sustituyendo al sexo”.²⁴⁶

Hoy se asiste a una deshumanización del acto médico, se les insiste a los profesionales de la salud que la virtud que media entre ellos y los pacientes es la de la empatía, deben colocarse en el lugar del otro, pero desde la razón. Cuando los sentimientos aparecen en el personal de la salud se destruye la objetividad de la relación. El sufrimiento es efecto colateral de la enfermedad, pero ni siquiera somos capaces de diferenciar el dolor sintomático producido por la enfermedad y el sufrimiento adyacente a la enfermedad o la muerte:

Por esa misma necesidad de negar la muerte, nuestra época, que desalienta cualquier identificación con el enfermo o con el anciano, exalta como valores superiores los más opuestos a esas verdades del ser humano en su destino, que son fragilidad y la decrepitud: la salud, la belleza y la juventud, que se promueven como ideales antimuerte de parte de una cultura que nada quiere saber de la quebradiza y finita condición humana.²⁴⁷

Le pedimos a los profesionales que silencien lo que sienten y sean objetivos a la hora de actuar como si los sentimientos fueran el enemigo a vencer. La razón y la ciencia son maravillosos, pero pretender acallar los sentimientos es una necesidad, no en vano se pide permanentemente humanizar el encuentro con el paciente, humanizar los servicios y hasta humanizar la muerte:

La muerte es, finalmente, inevitable. Todos los seres humanos somos mortales y, a partir de cierta edad, todos lo sabemos, aunque muchos prefieren ignorarlo. La muerte individual aparece en el mundo biológico al mismo tiempo de la

²⁴⁶ Luis Vargas Pla, “Aproximaciones a la muerte en Occidente”. *Aquelarre*, 7 (2005), 90, <https://bit.ly/2UVhpgx>.

²⁴⁷ Carlos Mario Gonzales, “Esta vida tan efímera, esa muerte tan eterna”, *Dann Regional* (2003), 42, <https://bit.ly/3dNrNhO>.

reproducción sexual y desde un punto de vista evolutivo parece ser consecuencia de ella, porque cuando un ser vivo pierde la capacidad de dejar descendencia también cesa de tener relevancia en el proceso de la evolución.²⁴⁸

La fe en la ciencia nos ha llevado a pensar que lo puede realizar todo, contestar cualquier pregunta y curar toda enfermedad. En definitiva, la ciencia se convirtió en el mito moderno, pues le hemos entregado unos atributos que realmente no le corresponden. Este sentimiento de omnipotencia ha hecho que la muerte tenga una nueva vivencia: “Pero un nuevo cambio en la actitud ante la muerte comienza a presentarse en la sociedad occidental a partir del siglo XX, cambio que consiste en un gran rechazo de ella, en una negación sistemática de su lugar en el hombre y de su condición de destino para todos y cada uno”.²⁴⁹

Los seres humanos hoy, en un alto porcentaje, enfrentan la experiencia de la muerte en instituciones hospitalarias, rodeados de tecnología, aparatos que miden absolutamente todo, pero en una infinita soledad aislados casi siempre de sus seres queridos y en muchas ocasiones inconscientes o sin poder expresar lo que están sintiendo. Lo más cruel de esta situación es que la muerte como hecho cultural siempre estuvo de la mano de la vivencia familiar, religiosa o espiritual. Pero los pacientes y sus familias deben enfrentar la muerte desprovistos de esta compañía. La muerte es un proceso y no un hecho exclusivamente biológico: “[...] vivimos anticipando nuestra muerte. La muerte no solo es un momento final de la existencia terrestre. Ya está incluida en el programa vital de nuestros genes desde el momento del nacimiento. Nuestro cuerpo mismo es un proceso continuo de vida y muerte”.²⁵⁰

El hecho es que la negación de la muerte no solo se hace desde el cese total de toda actividad fisiológica, también hacemos una negación de la muerte con la caducidad del cuerpo, “[...] la muerte es el gran enemigo de la vida, se concibe como un intruso

²⁴⁸ Ruy Pérez Tamayo, *El médico y la muerte*, publicado el 17 de julio de 2003, <https://bit.ly/2UNuZ5t>.

²⁴⁹ Gonzales, “Esta vida tan efímera, esa muerte tan eterna”, 36.

²⁵⁰ De la Piedad, “El éthos de la muerte”, 101.

que ataca por la espalda, en cualquier momento y sin previo aviso”.²⁵¹ En otras palabras, esta es la cultura de la juventud eterna, no aceptamos el proceso de envejecimiento. Se hacen muchas cosas para evitar el envejecimiento o por lo menos ocultarlo; no quieren envejecer porque sería aceptar la fugacidad de la existencia; no quieren jubilarse porque ello significa dejar de ser productivo; no se quieren enfermar porque sienten que son una carga para la sociedad: “[...] la muerte es muerte porque hay vida. La vida es vida porque hay muerte. Una vive la otra. La muerte es entonces una fuente de vida. No solo porque unos seres viven a base de comerse a otros. La vida se propaga precisamente a base de morir sus viejas formas para que se generen otras nuevas”.²⁵² Quizás lo primero que se debería comprender es que la muerte no se puede olvidar, ni se puede aislar, como un patógeno que se estudia a la luz del microscopio, la muerte debe convertirse en objeto de permanente estudio, si queremos humanizarla se debe, en primera medida, volver objeto de análisis, pero no solo desde el campo biomédico, sino desde las ciencias humanas y sociales, desde la teología y la espiritualidad.

El problema de la muerte amerita un análisis y un abordaje que sea multisistémico, que nos entregue una visión integral de la problemática y nos dé nuevos conocimientos: La filosofía piensa la muerte, es decir, no piensa a los muertos. Tal vez la literatura ya sin telones de fondo le enseña a uno a pensar a los insepultos, despojados hasta el cadáver. O tal vez puede uno iniciar ese aprendizaje cavando en la antigua diáfara que se abre ante la filosofía y la poesía. “Es difícil, podría uno decir parafraseando la oración fúnebre de Pericles, pronunciar las palabras adecuadas en un momento en que la valoración de la realidad apenas se establece con seguridad”.²⁵³

La medicina y las ciencias de la salud, en general, comprendieron la necesidad de formar a sus profesionales desde otras disciplinas y saberes para poder dar cuenta de la complejidad

²⁵¹ Hiader Jaime López Parra, “De la cultura a las culturas de la muerte”. *Poiésis*, 17 (2009), 5, <https://bit.ly/2AquZBN>.

²⁵² De la Pienda, “El éthos de la muerte”, 103.

²⁵³ Jorge Mario Mejía Toro, “Cenotafio”, *Estudios de Filosofía*, 26 (2002), 150, <https://bit.ly/2ACZGDK>.

de la vivencia de la muerte como experiencia límite del acto médico. La medicina no es solo la expresión de un acervo de conocimientos científicos y técnicos; es la expresión de un arte, que encuentra la perfección no en una expresión final sino en un todo que involucra principalmente al ejecutor, que en este caso coloca no solo su habilidad práctica y sus conocimientos, sino de forma especial sus virtudes y valores como condición de un encuentro entre dos seres humanos.

La introducción de las *humanities* en la formación del médico consigue esta unión de la complejidad con la simplicidad, y recompone la fractura entre las llamadas "dos culturas", con efectos beneficiosos sobre ambas. Esta reconciliación satisface una exigencia expresada no solo por las llamadas "ciencias de la naturaleza", sino también por las "ciencias del espíritu".²⁵⁴

La muerte es un destino que está dentro de nosotros y forma parte de nuestra vida. La reflexión en torno a la muerte puede dar lugar a consideraciones morales, espirituales, ascéticas, religiosas; todas importantes y necesarias en una visión global sobre la muerte humana. El destino es la realidad que responde a la siguiente pregunta: al final, ¿qué será de mí? Esto nos pone en contacto directo con la cuestión de la muerte.

Pensar la muerte, entonces, no quiere decir tratar de dar cuenta de su verdad, que no la hay, sino de darle el lugar de límite contra el que nuestro ser choca para deshacerse y, a partir de esto, devolver una mirada calificadora sobre la vida. Por eso, pensar la muerte no exime al pensador de caer bajo su peso, pero sí le aporta la posibilidad de pararse mejor ante la vida.²⁵⁵

Hoy más que nunca se hace necesario que el desarrollo científico y tecnológico se pueda nutrir con las reflexiones que

²⁵⁴ María Teresa Russo, "Bioética y literatura: una propuesta para una antropología del sufrimiento", *Persona y Bioética* 10, 2 (2006), 122, <https://bit.ly/2zLRFfq>.

²⁵⁵ Gonzales. "Esta vida tan efímera, esa muerte tan eterna", 75.

vienen de las ciencias humanas y las ciencias sociales. En este caso puntual, disciplinas como la antropología, la ética y derecho han sido los interlocutores permanentes de las ciencias de la salud. Así lo señala de forma bella Córdoba: “[...] acabamos de ver que nos hacemos médicos cuando obramos frente al paciente de acuerdo con la vocación fundada en el amor a la persona humana –filantropía o *philanthopie*, caridad, amor oblativo o ‘ágape’ –y en el ‘amor al arte’ o *philotekhnie*”.²⁵⁶ En otras palabras, el tema de la muerte exige un abordaje multidisciplinar:

 No se piensa en la muerte ni para entregarse a esa forma de anticipación que es la depresión ni para pretender derrotarla; se piensa en la muerte para enaltecer la vida, para jerarquizar valorativa y significativamente las acciones y realizaciones a las que elegimos entregarnos en el tiempo finito que nos es dado existir.²⁵⁷

Quizás una de las herencias más nefastas del positivismo científico es el hecho de que lo que no se logra explicar por medio de la razón se niega. Es decir, como la muerte encierra tantas preguntas sin respuestas desde un plano racional, mejor se niega la presencia de la misma: “La muerte ha sido de tal modo desalojada de la vida por el diario afán de defenderse de ella, que los sentidos con los que podríamos aprehenderla se han atrofiado. El miedo ante lo inexplicable no solo ha empobrecido la existencia del individuo, sino también las relaciones de ser a ser”.²⁵⁸

La muerte solo es posible donde hay vida y la vida solo es posible donde habita la muerte, el reto es ver estos dos conceptos de forma paralela, comprenderlos como compañeros inseparables: “La vida y la muerte son dos caras de una misma moneda, son las partes de una dualidad. No existen independientemente, no se

²⁵⁶ Ramón Córdoba Palacio, “El elemento ético religioso en la relación médico paciente”, *Persona y Bioética* 11, 2 (2007), 158, <https://bit.ly/3f3SzTj>.

²⁵⁷ Gonzáles, “Esta vida tan efímera, esa muerte tan eterna”, 18.

²⁵⁸ Consuelo Angarita Arboleda y Alberto Mario de Castro, “Cara a cara con la muerte: buscando el sentido”, *Psicología desde el Caribe*, 9 (2002), 7, <https://bit.ly/2XKPgN>.

conciben la una sin la otra”.²⁵⁹ En otras palabras, el hombre vive para la muerte y la muerte esta para la vida.

La muerte no debe ser entendida como un evento que llega al final de la vida; más bien debe intuírsela como un proceso que nace con ella, que forma parte de ella. Esta muerte propia y natural, experiencia intransferible igual que la vida de cada uno, deja de producir terror en las personas. Por el contrario, hace que se valore la vida de manera intensa y significativa, porque se sabe que cada instante es un irreplicable momento de vida y muerte simultáneas, pero también de renacimiento, pues de manera constante estamos naciendo, viviendo, muriendo y renaciendo en distintas dimensiones: la molecular, la psicológica, la ontológica, la cultural.²⁶⁰

La muerte no solo es el signo semiológico, es por excelencia un símbolo: “[...] si la muerte es un hecho individual, todo enterramiento, aun el más simple, el más pobre, es un hecho social; siempre será otra persona quien lo realice, siempre implica un acto social”.²⁶¹ Es decir, está dado para ser interpretado por los hombres. La muerte está relacionada íntimamente con la vida misma, trasforma la vida de otras personas, en algunas situaciones, incluso, puede transformar a una sociedad entera. La muerte trasforma la vida pero la vida trasforma la muerte: “[...] la muerte representa, para el hombre, la otra cara natural de la vida. Y esto nos acerca a una experiencia antropológica fundamentalmente: el hecho de que el pensamiento humano quiera reflexionar sobre este misterio que, como misterio, nos es familiar a todos”.²⁶²

Desde el positivismo científico, la muerte es algo que no tiene sentido desde el mismo concepto de destino, obedece más a un sentimiento de miedo e incertidumbre. Bajo esta óptica, el

²⁵⁹ Medina Cano, “La ciudad de los muertos”, 115.

²⁶⁰ Orlando Mejía Rivera, *La muerte y sus símbolos. Muerte, tecnocracia y posmodernidad* (Medellín: Universidad de Antioquia, 2008), 84.

²⁶¹ Andrés Rupérez, “El concepto de la muerte y el ritual funerario en la prehistoria”, 18.

²⁶² Hans-Georg Gadamer, *El estado oculto de la salud* (Barcelona: Gedisa, 2001), 170.

destino de los hombres es el mismo de cualquier animal. Desde la ciencia y la técnica, la muerte es un suceso que hay que organizar individual y socialmente de modo que se sufra lo menos posible: el dolor, el sufrimiento y las molestias han de ser cuidadosamente obviadas mediante un tratamiento que evite los dramas.

Desde los primeros tiempos el hombre ha sentido pavor ante la muerte. Nadie la conoce por experiencia propia y de los que han pasado por ella ni uno ha vuelto a decirnos que es: han entrado en un eterno silencio. Solo la conocemos observándola en los otros, y este acontecimiento, al que somos extraños, nos acude como ningún otro hecho terrestre.²⁶³

La relación de la vida y la muerte desde la astronomía se puede establecer entre la muerte como experiencia de la astronomía y el desarrollo de la vida en el planeta:

La muerte no es propia solo del hombre y de los seres vivos. Afecta a todo lo que tiene dimensión temporal: las sociedades se desmoronan, los sistemas culturales y las etnias entran en decadencia, los objetos se desgastan convirtiéndose en residuos y ruinas, y las estrellas parecen de dos maneras: transformándose en enanas blancas o, por explosión, en supernovas.²⁶⁴

El reto será encontrar en dichas relaciones elementos de análisis que permitan una mejor comprensión del fenómeno, en otras palabras, vencer el determinismo técnico científico y el dualismo propio del paradigma disyuntivo del pensamiento:

Infortunadamente, la mejor definición sigue siendo: muerte es lo contrario a la vida. Y el hecho concreto es simple: es difícil enfrentar la transformación del movimiento en quietud permanente y presenciar el cambio de la actividad vital de un

²⁶³ Francisco Muñoz Iturrieta, "El hombre y la muerte", *Diálogo*, 47.

²⁶⁴ Louis-Vincent Thomas, *Antropología de la muerte* (Barcelona: Paidós, 1991), 12.

ser humano por la desagradable presencia de un cadáver cuya temperatura se enfría progresivamente y del que ya no podemos obtener respuestas, sensaciones o impulsos fisiológicos. En resumen, se ha perdido la comunicación por completo.²⁶⁵

Unos momentos después del Big Bang aparecen los primeros elementos químicos, especialmente el hidrogeno y el helio, el combustible de la vida; luego la materia se agrupa por la ley de la gravedad y forma las estrellas, estos astros viven y mueren arrojando nuevamente al espacio elementos químicos y materia; algunas estrellas en su muerte entregaron elementos como el oxígeno y el carbono, precursores de la vida biológica que hoy conocemos. El universo no es únicamente construcción, es construcción, destrucción y reconstrucción al mismo tiempo. Una explosión fue lo que generó la vida en el universo, ¿cómo explica la teoría del Big Bang el origen del universo? Un rayo posiblemente fue la chispa que comenzó la vida en el planeta, se ve la explosión de un volcán y el rayo en el cielo como algo negativo ya que quita la vida y lo que tenemos que aprender es el porqué del rayo y hacia dónde se dirige, el porqué de la explosión y qué sentido tiene en el orden natural del planeta. Lanzamos juicios de valor sobre hechos naturales, y el hecho es que apenas comenzamos a comprender muchas cosas que suceden en el espacio y en el planeta. Quizás estamos llamados a generar una mayor comprensión de los mismos.

El universo nos enseña que la vida y la muerte no son polaridades. La vida se nutre de la muerte, en la muerte se encuentran las semillas de la vida; así como apreciamos la luz solo en presencia de la oscuridad, la majestuosidad de la vida se vive más intensamente en presencia de la muerte, son tantas las condiciones, circunstancias y golpes de suerte para estar donde estamos que tendría que darle un nuevo valor a la vida y la muerte en escala planetaria.

Nuestro planeta goza actualmente de una exuberancia de vida que no conocemos en su totalidad. Hasta ahora la vida biológica es exclusiva de la tierra y no la conocemos en ningún otro lugar

²⁶⁵ Fernando Guzmán Mora, *La práctica de la medicina y la ley* (Medellín: Dike, 1996), 267.

del universo. Pero esta exuberancia de la vida no siempre ha sido así; desde la formación del planeta muchas fuerzas internas y externas han cambiado la fisonomía de la tierra, como ha sido el impacto de meteoritos y cometas o la fuerza de los volcanes, desplazamiento de las placas y el clima, como sucedió con las glaciaciones. Hoy la tierra se muestra apacible y estable, pero no siempre ha sido así; se debe tener presente que el tiempo geológico es mucho más extenso que el tiempo humano, la historia de la tierra no se encuentra en ningún libro sagrado sino en la misma tierra; si la madre hace posible la vida del feto porque lo contiene, la tierra hace posible la vida porque la contiene, La tierra ha sido la gran madre, Gaia, una madre fecunda. En la mitología griega, Gaia era la personificación de la madre naturaleza, surgida del caos; engendró el aire y el cielo estrellado, después el agua y los océanos y extendió la vida por todas partes. Así, la vida se ha extendido y se ha ramificado en muchas direcciones, algunas de esas ramas ya han perecido, en su lugar surgieron otras formas de vida que cuando desaparezcan darán espacio a otras formas de vida. Algunas especies encontraron el tiempo y las circunstancias para poderse expandir de forma triunfal, aunque este tiempo no es eterno, solos somos dueños del tiempo que se nos da.

En aparente contradicción la historia de la tierra parece apuntar en una dirección: favorecer el avance de la vida. Necesitamos una mayor conciencia del tiempo geológico, entender las circunstancias que favorecieron la vida de otras especies y los hechos que determinaron su posterior extinción, comprender el delicado equilibrio que se establece entre cada ser vivo con su entorno inmediato y su entorno mediato, el universo. Hace 70 000 años los primeros *homo sapiens* llegaron a Asia, posteriormente a Europa y América; las razones de esta colonización no son exclusivas de la especie, están íntimamente ligadas a nuestro Oikos, a la madre Gaia. No es gratuito que el fin de la última glaciación permitiera el asentamiento de las primeras tribus sedentarias de hombres, que dieron paso a la agricultura y a la domesticación de animales.

Curiosamente lo que permitió esto se nos convirtió también en nuestra mayor dificultad para entender la complejidad de la vida y la muerte. Pensamos que las circunstancias actuales de la vida en el planeta son las que siempre han existido, vivimos en una

suerte de paraíso, donde las condiciones de vida son inusualmente predecibles. La naturaleza en los últimos 10 000 años ha sido muy estable en términos climáticos, pero no es lo más común. Esta condición la hemos generalizado y cuando se ha roto esta tranquilidad lo sentimos como un castigo. La erupción de un volcán, un sismo, una inundación se explican desde hace miles de años como castigos de los dioses; pero es la naturaleza en su expresión más auténtica.

Hoy la principal amenaza deriva de nuestras propias actividades, algunos científicos hablan de la sexta extinción en masa, el calentamiento global, como consecuencia del uso del combustible fósil. La depredación de los recursos naturales, el uso indebido de los suelos, la deforestación de los bosques, el agotamiento de los recursos renovables, entre otros, nos colocan en jaque ante la posibilidad de que nuestra propia existencia sea viable. De tal modo que empezaremos a entender la muerte cuando comprendamos mejor la vida; es la hora de vencer el miedo que nos producen los hechos naturales y de ser responsables con nuestra propia vida, con la de los demás y con el planeta.

Quizás lo mismo sucede con los sentimientos humanos, especialmente con el miedo a la muerte; como no tenemos una conciencia ampliada de la misma, la vivimos como algo malo, esta incertidumbre nos produce miedo, angustia, y cuando aparece no sabemos qué hacer con este sentimiento. La muerte ha sido objeto de culto, de admiración y angustia desde el amanecer de la humanidad; el primer relato escrito del hombre versa sobre la muerte, los primeros mitos hacen referencia a ella, las primeras historias la recreaban y la ciencia actualmente quiere vencerla. La muerte es una experiencia que está gobernada por el sentimiento de incertidumbre y de miedo, curiosamente quien mejor sabe que el mejor regalo de la vida es quien tiene la certeza de la muerte, al que le han dicho que le quedan unos meses lo vivirá de la forma más intensa, más plena. La gente muere como si la vida fuera todo, no hemos entendido que la vida y la muerte son un proceso. Además, la búsqueda por el sentido de la vida es la búsqueda por el sentido de la muerte; tal como se vive será la experiencia de la muerte, si se vive con miedo la experiencia de la muerte será desde el miedo, si se quiere morir en paz, se debe vivir en paz con la muerte.

Referencias

- ABC. “Un bombardeo de asteroides cambió el destino de la Tierra”. Modificada el 13, abril, 2011. <https://bit.ly/3hNLoRA>.
- Adeva Martín, Ildefonso. “*Ars bene moriendi*, la muerte amiga”. En *Ante la muerte, actitudes, espacios y formas en la España medieval*, coord.. Jaume Aurell i Cardona y Julia Pavón Benito, 295-360. Pamplona: Ediciones Universidad de Navarra, 2002.
- Alegre Barriga, José María. *Religión y ritos funerarios en el mundo romano*. Consultada 14, marzo, 2022. <https://bit.ly/3ee2khI>.
- Allan, Tony. *Vikingos, la batalla al final de los tiempos*. Madrid: Jaguar, 2002.
- Andrés Rupérez, María Teresa. “El concepto de la muerte y el ritual funerario en la prehistoria”. *Cuadernos de Arqueología*, 11, 2003: 13-36. <https://core.ac.uk/download/pdf/83560553.pdf>.
- Angarita Arboleda, Consuelo y Alberto Mario de Castro. “Cara a cara con la muerte, buscando el sentido”. *Psicología desde el Caribe*, 9, 2002: 1-19. <https://bit.ly/2XKPBgN>.
- Arancibia Bulnes, Camilo y Roberto Best y Brown. “Energía del sol”. *Ciencia*, 2010: 10-17. <https://bit.ly/2Bew7s6>.
- Ariès, Philippe. *El hombre ante la muerte*. Madrid: Taurus, 1983.
- Arsuaga, Juan Luis e Ignacio Martínez. *La especie elegida. La larga marcha de la evolución humana*. Madrid: Temas de hoy, 2001.
- Ayala, Francisco. *¿Soy un mono? Una obra que se lee en un día y da respuestas para toda la vida*. Barcelona: Ariel, 2011.
- Ayala, Francisco y Camilo José Cela Conde. *La piedra que se volvió palabra. Las claves evolutivas de la humanidad*. Madrid: Alianza, 2006.
- Bachiller, Rafael. “El origen astroquímico de los planetarios y la vida. Nuevas observaciones, modelos y experimentos de laboratorio comienzan a revelar nuestras raíces químicas en el cosmos”. *Investigación y Ciencia*, 463, 2015: 44-54. <https://www.investigacionyciencia.es/files/19551.pdf>.
- Bachiller, Rafael. “El sol, nuestra estrella, nuestra energía”. *Observatorio Astronómico Nacional e Instituto Geográfico Nacional-Ministerio de Fomento*. <https://bit.ly/37nCeGJ>.
- Badii, Mohammad y José Luis Abreu. “¿Por qué ocurre la extinción de las especies?”. *Daena, International Journal of Good Conscience*, 3, 1, 2008: 614-622. <https://bit.ly/3dWeBXS>.
- Badii, Mohammad y José Luis Abreu. “Los efectos de la extinción de las especies”. *Daena, International Journal of Good Conscience*, 3, 1, 2008: 623-631. <https://bit.ly/37aUiTC>.

- Badii, Mohammad, Jerónimo Landeros y Victoriano Garza. “Historia evolutiva de la vida”. *Culcyt*, 24, 2008: 7. <https://bit.ly/2XIp4Ay>.
- Balari, Sergio, Antonio Benítez, Marta Camps, Víctor Longa y Guillermo Lorenzo. “La importancia de ser moderno. Problemas de método e ideología en el debate sobre la cognición y la conducta de los neandertales”. *Ludus Vitalis*, 18, 34, 2010: 143-170. <https://bit.ly/3f4V3kw>.
- Batygin, Konstantin, Gregory Laughlin y Alessandro Morbidelli. “Nacido del caos. Nuevas pruebas indican que las primeras etapas del sistema solar estuvieron marcadas por planetas errantes y violentos episodios de destrucción interplanetaria”. *Investigación y Ciencia*, 478, 2016: 18-26.
- Belda Iniesta, Javier. “El IV Concilio de Letrán como paradigma medieval del ejercicio de los *tria munera*”. *Vergentis*, 2016: 91-119. <https://bit.ly/2A8hwOS>.
- Beltrán, Óscar Horacio. “Homo sapiens, filosofía y ciencia. En busca de la definición de hombre”. *Sapientia* 71, 238, 2015: 161-171. <https://bit.ly/30iVnIh>.
- Bernárdez, Enrique. *Los mitos germánicos*. Madrid: Alianza Editorial, 2002.
- Billings, Lee. “A la caza de gigantes gaseosos”. *Investigación y Ciencia*, 469, 2015: 22-29.
- Blázquez Martínez, José María. “Constantino el Grande y la Iglesia”. *Jano*, 109, 1974: 83-84.
- Bollack, Jean. *La muerte de Antígona. La tragedia de Creonte*. Madrid: Tiempo al Tiempo, 1999.
- Boyle, Rebecca. “La vida secreta del sol”. *Investigación y Ciencia*, 503, 2018: 20-27.
- Branston, Brian. *Dioses y héroes de la mitología vikinga*. Madrid: Anaya, 1987.
- Brendan Murphy, James y Damian Nance. “La formación de los supercontinentes”. *Investigación y Ciencia*, 339; 2004: 14-24. <https://bit.ly/37eoC0e>.
- Buil, Manuel. “La caída de un gran asteroide y sus consecuencias”. Impactos de asteroides y extinciones en masa. <https://bit.ly/2N6OvG1>.
- Bulfinch, Thomas. *La edad de oro del mito y la leyenda*. Madrid: Edimat, 2012.
- Buzzi, Alfredo. “La circulación de la sangre a 400 años de su descubrimiento”. *Revista Argentina de Cardiología*, 84, 6, 2016: 595-600. <https://bit.ly/2XJUkiX>.
- Cabanes, Simón, Benjamín Favier y Michel Le Bars. “El enigma de las bandas de Júpiter”. *Investigación y Ciencia*, 496, 2018: 82-88.
- Calle, Abel. “La exploración de Marte, entre la decepción y la expectación”. *Revista de Ciencias*, 3, 2013: 8-16.
- Calle, Abel. “La exploración del sistema solar”. *Revista de Ciencias*, 1, 2013: 21-28.

- Camarero Muñoz, Daniel. "Las lunas de Júpiter". *Revista de Ciencias*, 2, 2013: 35-40.
- Camarero Muñoz, Daniel y Arturo García Vesga. "Nombrando las estrellas". *Revista de Ciencias*, 4, 2014: 48-56. <https://bit.ly/30mjcyP>.
- Campbell, Joseph. *El héroe de las mil caras, psicoanálisis del mito*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 2000.
- Campos y Covarrubias, Guillermo y Nallely Lule Martínez. "La observación, un método para el estudio de la realidad". *Xihmai*, 7, 13, 2012: 45-60.
- Carmona, Juan, Diana Bolívar y Luis Giraldo. "El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18, 1, 2005: 49-63. <https://bit.ly/2UUD1ty>.
- Cascón, Antonio y Vicente Picón. *Historia augusta*. Madrid: Akal, 1989.
- Casona, Alejandro. *Flor de leyendas*. La Habana: Gente Nueva, 2004.
- Catalá Espí, Alejandro. "Vida, Marte y ExoMars". *Revista de Ciencias*, 3, 2013: 17-20.
- Chaparro, Laura. "Aquellos amorosos neandertales". Publicado el 5, julio, 2018. <https://www.agenciasinc.es/Reportajes/Aquellos-amorosos-neandertales>
- Coe, Dan. "Las primeras galaxias del universo. Un nuevo proyecto ha conseguido adentrarse en una de las épocas más desconocidas de la historia cósmica". *Investigación y Ciencia*, 508, 2019: 26-33.
- Cohat, Yves. *Tras los pasos de los vikingos*. Barcelona: Blume, 2004.
- Contreras Sánchez, Jesús Enrique. "Rituales funerarios. El entierro en el Cementerio Corazón de Jesús de la ciudad de Maracaibo". *Perspectivas. Revista de Historia, Geografía, Arte y Cultura*, 4, 2014: 35-45. <https://bit.ly/3h4u626>.
- Córdoba Palacio, Ramón. "El elemento ético religioso en la relación médico paciente". *Persona y Bioética*, 11, 2, 2007: 156-169. <https://bit.ly/3f3SzTj>.
- Cortés Robayo, Laura. "Historia espacial, recuento histórico de su evolución y desarrollo". *Revista de Derecho, Comunicaciones y Nuevas Tecnologías*, 12, 2014: 1-36. <https://bit.ly/30nNHnS>.
- Coutellier, Guy. "La canción del sol y las estrellas". *Dyna*, 83, 2008: 145-147.
- Crespo Fajardo, José Luis, Coord. *Bellas artes y trincheras creativas*. Texcoco: Universidad Autónoma de Chapingo, 2014.
- Cruz Ortiz, Manuel María. "Vida y felicidad en la ética de Epicuro". *Cuadernos Salamantinos de Filosofía*, 42, 2015: 9-25. <https://bit.ly/3foKrgm>.
- Cuesta Fernández, Jorge. "El cristianismo primitivo ante la civilización romana. Sobre la imagen como 'persecutores christianorum' de Nerón

- y Domiciano a través de las primitivas fuentes cristianas”. *Antesteria*, 1, 2012: 127-141. <https://bit.ly/2XIndfh>.
- D’Antoni, Héctor. “Astrobiología, el origen de la vida y el cambio global”. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 39, 3, 2005: 381-394. <https://bit.ly/2YgQFI9>.
- Daros, William. “La creación de la modernidad. Nuevos deseos e intereses de la humanidad”. *Invenio*, 18, 34, 2015: 51-65. <https://bit.ly/3faKxZ7>.
- Davis, Don. “El bombardeo de los 2.000 millones de años”. Modificado el 25, abril, 2012. <https://bit.ly/3dQ4YKs>.
- De la Pienda, Jesús Avelino. “El éthos de la muerte”. *Thémata. Revista de Filosofía*, 26, 2001: 85-106. <https://bit.ly/2AjHNC0>.
- De Miguel Rubio, Isabel. “El mundo funerario neolítico peninsular. Algunas reflexiones sobre su trasfondo social”. *Anales de Prehistoria y Arqueología*, 17-18, 2001-2002: 53-66. <https://bit.ly/30uaZse>.
- Díez de Velasco, Francisco. *Hombres ritos y dioses. Introducción a la historia de las religiones*. Madrid: Trotta, 1995.
- Díez Ferrer, José Bienvenido. “El registro paleobotánico y el tránsito pérmico-triásico”. *Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba*, 11, 2003: 41-51. <https://bit.ly/37edksZ>.
- Diéguez, Carmen. “Flora y vegetación durante el jurásico y el cretácico”. *Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba*, 11, 2003: 53-62. <https://bit.ly/2MLCNAx>.
- Duch, Lluís. *Antropología de la religión*. Barcelona: Herder, 2001.
- Dyar Darby, Melinda, Suzanne Smrekar y Stephen Kane. “El exoplaneta vecino. ¿Qué puede enseñarnos Venus sobre los planetas situados más allá del sistema solar?”. *Investigación y Ciencia*, 511, 2019: 52-60.
- Eliade, Mircea. *Tratado de la historia de las religiones*. Ciudad de México: Ediciones Era, 1972.
- Elkins-Tanton, Linda. “La formación de los planetas del sistema solar”. *Investigación y Ciencia*, 485, 2017: 60-68.
- El Tiempo. “El hombre de Neandertal era dentista y tomaba ‘aspirinas’”. Publicado el 1, julio, 2017. <https://bit.ly/3hmLcbz>.
- Encinas Guzmán, María Rosario. “Estudio antropológico del comportamiento ante la muerte, humanidad e inhumanidad”. *Cuariensia*, 4, 2009: 293-328. <https://bit.ly/2YcNBwQ>.
- Escalante, Sigfrido y Laura Gasque. “El origen de los elementos y los diversos mecanismos de nucleosíntesis”. *Educación Química*, 23, 1, 2012: 62-68. <https://bit.ly/37i9nDj>.
- Escalante, Sigfrido, Leticia Carigi y Laura Gasque. “El origen de los elementos en tres actos”. Modificado en abril, 2019. <https://bit.ly/2UswYfq>.

- Esteban, César. “Astrología, apuntes sobre la historia y evolución de un mito”. *El escéptico*, 2001: 38-48. <https://bit.ly/2XO26YW>.
- Fenero, Raquel, Ellen Thomas, Laia Alegret y Eustoquio Molina. “Evolución paleoambiental del tránsito eoceno-oligoceno en el Atlántico sur (sondeo 1263) basada en foraminíferos bentónicos”. *Geogaceta*, 49, 2010: 3-6. <https://bit.ly/2MHhUWX>.
- Ferrer, Ángel. “Cráteres en el sistema solar, la luna”. *Huygens*, 12, 1998: 15-19. <https://bit.ly/3f8OQ7e>.
- Fortes Marco, Irene. “El complejo cultural de la Edad de los metales en Europa. Análisis a través de los testimonios de objetos del Bronce final hasta la segunda Edad del Hierro”. *Fòrum de Recerca*, 17, 2012: 131-149. <http://dx.doi.org/10.6035/ForumRecerca.2012.17.8>.
- Fortier, Andrea. “Formación de planetas gigantes en el marco del modelo de inestabilidad nucleada”. Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata, 2009, <https://bit.ly/2AbAGDy>.
- Foucault, Michel. *Historia de la sexualidad*. Ciudad de México: Siglo XXI, 2007.
- Gabriel, Marianne. “El uso ritual de alcohol, tabaco, cacao e incienso en las ceremonias agrarias de los mayas yucatecos contemporáneos”. *Estudios de Cultura Maya*, 29, 2007: 155-184. <https://bit.ly/3hdJPvF>.
- Gadamer, Hans-Georg. *El estado oculto de la salud*. Barcelona: Gedisa, 2001.
- Gallardo, Tabaré. “Efectos dinámicos de las resonancias orbitales en el sistema solar”. *Boletín Asociación Argentina de Astronomía*, 58, 2015: 1-7. <https://bit.ly/2MGqN3j>.
- Gálvez Ortiz, María Cruz. *Enanas marrones*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2018.
- García Gual, Carlos. *Mitos, viajes, héroes*. Madrid: Taurus, 1981.
- García-Orellán, Rosa. “Antropología de la muerte, entre lo intercultural y lo universal”. En *Cuadernos paliativos en enfermería*, editado por Wilson Astudillo, Ana Orbegozo, Amai Latiegi y Elena Urdaneta, 305-322. San Sebastián: Sociedad Vasca de Cuidados Paliativos, 2003.
- García, Diego, Bony Casas y Marco Regalia. “Origen de la vida basada en la complejidad biológica de los organismos, una revisión”. *Visión Electrónica*, 10, 1, 2016: 1-12.
- García, Gloria. “Infierno, cielo y purgatorio, la divina Comedia de Dante”. *Puertas a la Lectura*, 1, 1996: 15-16. <https://bit.ly/3dPWG5k>.
- Garnsey, Peter y Richard Saller. *El imperio romano, economía, sociedad y cultura*. Barcelona: Editorial Crítica, 1994.
- Garrido Buñuelos, Gonzalo. “¿Está la tierra en nuestras manos o vivimos a merced de nuestro planeta?”. *Cuadernos del Tomás*, 1, 2009: 193-210. <https://bit.ly/3fdooJl>.

- Garrido Moreno, Javier. “La pena de muerte en la Roma antigua, algunas reflexiones sobre el martirio de Emeterio y Celedonio”. *Kalakorikos*, 5, 2000: 47-64. <https://bit.ly/3f6qkDy>.
- Gilchrist, Roberta. “Cuidando a los muertos, las mujeres medievales en las pompas fúnebres familiares”. *Dones i Activitats de Manteniment en Temps de Canvi*, 24-26, 2005 : 51-72. <https://bit.ly/3f7kyBv>.
- Gómez Roldán, Ángel. “El nuevo sistema solar”. *Manual Formativo de ACTA*, 49, 2008: 17-24. <https://bit.ly/2ARh6wj>.
- Gómez, Javier Fernando. *La Tierra primitiva y su transformación en un planeta amigable, evidencias del registro geológico (rocas y minerales)*. Córdoba: Agencia Córdoba Ciencia, 2007.
- González Fairén, Alberto. “Analizando la hipótesis de ‘Snowball Earth’”. Publicado el 6, noviembre, 2012. <https://bit.ly/2Aode5Z>.
- Gonzales, Carlos Mario. “Esta vida tan efímera, esa muerte tan eterna”. *Cuadernos para la reflexión*, 2003: 1-58. <https://bit.ly/3dNrNhO>.
- González, Gabriel y Carolina Rabin. *Para entender las radiaciones, energía nuclear, medicina, industria*. Montevideo: Dirac, 2011.
- Gottfried, Robert. *La muerte negra, desastres naturales y humanos en la Europa medieval*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 1989.
- Graves, Robert. *Los mitos griegos*. Barcelona: Ariel, 1995.
- Guerrero, Ricardo, Mercè Berlanga y Carles Puche. “¿Cómo es posible la vida en la tierra?”. *Mètode*, 85, 2015: 108-109. <https://bit.ly/2AYYLNy>.
- Gutiérrez, Ruth. “Cazadores-recolectores y el bosque”. *Maguaré*, 17, 2003: 285-303. <https://bit.ly/30sPFn2>.
- Guzmán Mora, Fernando. *La práctica de la medicina y la ley*. Medellín: Dike, 1996.
- Haindl Ugarte, Ana Luisa. “*Ars bene moriendi*, el arte de la buena muerte”. *Revista Chilena de Estudios Medievales*, 3, 2013, 89-108. <https://bit.ly/3f6NqKj>.
- Harari, Yuval Noah. *De animales a dioses. Breve historia de la humanidad*. Barcelona: Debate, 2014.
- Harari, Yuval Noah. *21 lecciones para el siglo XXI*. Barcelona: Debate, 2018.
- Haywood Ferreira, Rachel. “El viaje a Marte en la imaginación argentina ayer y hoy, viaje maravilloso del señor Nic-Nac al planeta Marte de Holmberg y viaje a Marte de Zaramella”. *Revista Iberoamericana*, 78, 238-239, 2012: 25-38. <https://bit.ly/2MMzqcA>.
- Heller, René. “Más acogedores que la Tierra. Algunos mundos muy distintos del nuestro tal vez resulten mucho más aptos para albergar vida”. *Investigación y Ciencia*, 462, 2015: 18-25.
- Henningesen, Gustav. “La Inquisición y las brujas”. *eHumanista*, 26, 2014: 133-152. <https://bit.ly/3cQhHeW>.

- Homero. *Odisea*. Madrid: Gredos, 2000.
- Hornung Leoni, Claudia Teresa y María Teresa Pulido Silva. “Viajando del carbonífero al jurásico, una historia contada a través de las plantas”. *Herreriana*, noviembre, 2009: 1-24. <https://bit.ly/3edqjO3>.
- Hurtado Madrigal, Roberth. “Entre el deseo y la perfección”. *Estudios*, 32, 2016: 143-168. <https://bit.ly/37GN9ep>.
- James, Edwin. *Historia de las religiones. Volumen 1*. Barcelona: Vergara, 1963.
- Jardón Sánchez, Héctor. “El origen del campo magnético terrestre”. 2017. <https://bit.ly/2AMEOKb>.
- Jeager, Werner. *Paideia, los ideales de la cultura griega*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica, 1997.
- Jewitt, David y Edward Young. “El origen del agua en la tierra”. *Investigación y Ciencia*, 464, 2015: 54-61.
- Jiménez Marce, Rogelio. “Reseña de ‘La pequeña Edad de Hielo. Cómo el clima afectó a la historia de Europa. 1300- 1850’ de Brian Fagan”. *Signos Históricos*, 27, 2012: 148-153. <https://bit.ly/2YFg26Q>.
- Jordi, Carme y Eduard Masana. “El primer mapa 3D de la Vía Láctea”. *Investigación y Ciencia*, 510, 2019: 22-32.
- Kelly, Robert. *The Foraging Spectrum. Diversity in Hunter-Gatherer Lifeways*. Washington: Smithsonian Institute Press, 1995.
- Landes, David. *Progreso tecnológico y revolución industrial*. Madrid: Tecnos, 1979.
- Lemonick, Michael. “En busca del planeta X”. *Investigación y Ciencia*, 475, 2016: 18-23.
- Leppe, Marcelo, Philippe Molsan, Eduardo Abad y Silvia Palma. “Paleobotánica del Triásico Superior del valle del río Biobío, Chile, clase Filicopsida”. *Revista Geológica de Chile* 33, 1, 2006: 81-107. <https://bit.ly/37trc2z>.
- Lobato, Rosa y José Cidrás. “Evolución vegetal, la conquista de la tierra firme”. 2012. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/Lobato-y-Cidras-2012.pdf>.
- Lock, Simon y Sarah Stewart. “El origen de la luna”. *Investigación y Ciencia*, 514, 2019: 36-41.
- López Borgoñoz, Alfonso. *El mundo romano y la muerte*. Castelldefels: Ajuntament Castelldefels, 2013.
- López Martínez, Nieves. “La extinción de los dinosaurios y su registro en los Pirineos meridionales”. En *Actas de las II Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno*. Burgos: Salas de los Infantes, 2001.
- López Parra, Hiader Jaime. “De la cultura a las culturas de la muerte”. *Poiésis*, 17, 2009: 1-7. <https://bit.ly/2AquZBN>.

- López Saco, Julio. “Muerte e inframundo en la antigua Roma, inmortalidad y eterna memoria”. *Presente y Pasado. Revista de Historia*, 44, 2017: 29-43. <https://bit.ly/3e1fVZV>.
- López-Gómez, Fernando Francisco. “Panorama histórico del estudio de los planetas del sistema solar”. *La Colmena*, 92, 2016: 93-110. <https://bit.ly/3fAdhuz>.
- López-Otín, Carlos. “Las claves de la vida, de la Química a la Biología Molecular”. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 1, 2011: 17-20. <https://bit.ly/2YC6DN8>.
- Lorite, José. “La muerte en el simbolismo del cuerpo”. *Pensamiento*, 59, 223, 2003: 29-51.
- Lovelock, James. *Gaia, una nueva visión de la vida sobre la tierra*. Barcelona: Orbis, 1985.
- Maidana, Germán Esteban. “Aporte de las glaciaciones a la historia geológica de la tierra y la evolución y distribución de las especies”. *Contribuciones Científicas GEA*, 26, 2014: 155-167. <https://bit.ly/3d5tLZD>.
- Maldonado, Carlos Eduardo. “Evolución, teoría de las extinciones, complejidad”. *Acta Biológica Colombiana*, 14, 2009: 283-299. <https://bit.ly/3e3PSB7>.
- Martines, Carmelo. “Creación y evolución: origen presente y destino, un estudio en contraste”. *DavarLogos*, 10, 1, 2011: 1-12. <https://bit.ly/2UIGxak>.
- Martínez, Ignacio y Nohemi Sala. “La aventura del Homo sapiens”. *Dendra Médica Revista de Humanidades*, 14, 1, 2015: 65-79.
- Martínez Navarro, Francisco y Juan Carlos Turégano García. *Ciencias para el mundo contemporáneo. Guía de recursos didácticos*. Palmas de Gran Canaria: Canarias, 2010.
- Matellanes, Iván. “La neolitización para la historia de la humanidad”. *Revista de Humanidades Sárasuati*, 1, 2009: 17-19.
- McEwen, Alfred. “Marte en movimiento”. *Investigación y Ciencia*, 442, 2013: 34-41.
- McKay, Chris y Víctor Parro García. “Nuevas técnicas para buscar vida en Marte”. *Investigación y Ciencia*, 455, 2014: 22-27.
- Medina, Alfredo. “Encelado, una luna helada muy interesante”. *El Salvador Ciencia y Tecnología*, 14, 19, 2009: 18-22. <https://bit.ly/2Cah5Eh>.
- Mejía Buitrago, Diana. “La concepción de la muerte en Epicuro”. *Escritos*, 20, 45, 2012: 457-464. <https://bit.ly/37vVmCg>.
- Mejía Rivera, Orlando. *Antropología de la muerte*. Manizales: Imprenta Departamental, 1987.
- Mejía Rivera, Orlando. *La muerte y sus símbolos. Muerte, tecnocracia y posmodernidad*. Medellín: Universidad de Antioquia, 2008.

- Mejía Toro, Jorge Mario. “Cenotafio”. *Estudios de Filosofía*, 26, 2002: 149-160. <https://bit.ly/2ACZGDK>.
- Menor Salván, César. “La química del origen de la vida”. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 2, 2013: 121-129. <https://bit.ly/3d4Omxh>.
- Mingo Álvarez, Alberto. “Chamanismo, el pasado en el presente”. *A Distancia*, 23, 4, 2008: 50-54.
- Molina, Eustoquio. “Causas de los principales eventos de extinción en los últimos 66 millones de años”. *Revista de la Real Academia de Ciencias*, 62, 2007: 37-64. <https://bit.ly/37xEn2p>.
- Molina, María Elisa. “Transformaciones histórico-culturales del concepto de maternidad y sus repercusiones en la identidad de la mujer”. *Psyke*, 15, 2, 2006: 93-103. <https://bit.ly/30GIo3j>.
- Moller, Erwin. “Marte podría convertirse en un planeta habitable”. Publicado en octubre, 2002.
- Moreno Sanz, Margarita. “La colonización de la tierra por los vegetales”. *Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba*, 11, 2003: 11-27. <https://bit.ly/3d3uzhT>.
- Moskowitz, Clara. “El interior de las estrellas de neutrones”. *Investigación y Ciencia*, 512, 2019: 18-23.
- Mukherjee, Siddhartha. *El emperador de todos los males, una biografía del cáncer*. Barcelona: Debate, 2019.
- Muñoz Acebes, Francisco Javier. “El dios que muere en la mitología germánica, estudio, fuentes e interpretaciones en torno a Baldr”. *Revista de Ciencias de las Religiones*, 8, 2003: 81-92. <https://bit.ly/2MZHZkf>.
- Murray, Alexander. *Quién es quién en la mitología*. Madrid: Edimat, 2012.
- Navarro-González, Rafael. “Búsqueda de vida en Marte”. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 8, 2, 2005: 82-90. <https://bit.ly/3hCkBYr>.
- Netting, Ruth. “Nueva evidencia de hielo en Mercurio”. Publicado el 9, diciembre, 2012. <https://go.nasa.gov/2Y5vFVS>.
- Nieves, José Manuel. “La gran extinción que casi acabó con la vida en la Tierra”. Modificado el 28, mayo, 2012. <https://bit.ly/30RqoDh>.
- Nussbaum, Martha. *La fragilidad del bien. Fortuna y ética en la tragedia y la filosofía griega*. Madrid: Antonio Machado, 2004.
- Olivera Serrano, César. “La Inquisición de los Reyes Católicos”. *Clío y Crimen*, 2, 2005: 175-205. <https://bit.ly/2zBSEyy>.
- Ortega Gutiérrez, Fernando. “Oaxaquia, historia de un antiguo continente”. *Ciencias*, 52, 1998: 30-37. <https://bit.ly/3d8e5Vu>.

- Ortega-Gutiérrez, Fernando. “El origen geológico de la vida, una perspectiva desde la meteorítica”. *Tip, Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 18, 1, 2015: 71-81. <https://bit.ly/2zBpL5x>.
- Ortiz Leroux, Sergio. “República y republicanismo, una aproximación a sus itinerarios de vuelo”. *Argumentos*, 20, 53, 2007: 11-34. <https://bit.ly/2YA7NsI>.
- Ospina, William. *Es tarde ya para el hombre*. Bogotá: Norma, 2012.
- Páez Casadiegos, Yidy. “El minotauro en su laberinto”. *Aposta*, 3, 2003: 1-34. <https://bit.ly/2N5wBDI>.
- Pardo, Alfonso. “El origen del agua terrestre, la ciencia actual desde la visión de Odón de Buen”. *Odón*, 4, 2013: 31-37.
- Pérez Cervantes, Fernando y Ulises Iturbe. “¿Existe más vida inteligente en el universo?”. *Herreriana*, 1, 2015: 21-26. <https://bit.ly/2N1OpiK>.
- Pérez Tamayo, Ruy. *El médico y la muerte*. Publicado el 17, julio, 2003. <https://bit.ly/2UNuZ5t>.
- Picoche, Jean-Louis. “¿Qué es el romanticismo?”. En *Actas del congreso internacional, Enrique Gil y Carrasco y el Romanticismo*, 17-20. El Bierzo: Andavira, 2015.
- Pitillas Salañer, Eduardo. “Algunas consideraciones sobre una cuestión sobradamente conocida, la caída del Imperio Romano de Occidente (476 d.C.)”. *Espacio, Tiempo y Forma*, 19, 2006: 309-330. <https://bit.ly/3hAsg9u>.
- Pollitzer, María. “Diocleciano y la teología tetrárquica”. *Teología*, 81, 2003: 157-166. <https://bit.ly/3e49Mfk>.
- Porco, Carolyn. “Cassini en Saturno”. *Investigación y Ciencia*, 495, 2017: 76-83.
- Postberg, Frank y Thorsten Dambeck. “El océano caliente de Encélado”. *Investigación y Ciencia*, 471, 2015: 54-63.
- Ramírez, Oscar y José Gregorio Portilla. “Estudio de la evolución orbital del sistema extrasolar Gliese 581”. *Revista Colombiana de Física*, 40, 2, 2008: 469-472.
- Redacción BBC Mundo. “¿Por qué Europa, la luna helada de Júpiter, es el mejor candidato para encontrar vida extraterrestre en el Sistema Solar?”. Publicado el 27, marzo, 2017. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-39406392>.
- Redacción de National Geographic. “Período cámbrico”. Publicado el 5, septiembre, 2010. <https://bit.ly/2YcodIT>.
- Reglero Cano, María Cruz. “La muerte y el duelo”. *Trabajo Social Hoy*, 2, 2007: 155-166.
- Riccardi, Alberto. “Vida en la tierra”. *Ciencia Hoy*, 18, 103, 2008: 7-20.
- Richard, Pablo. “Orígenes del cristianismo, memoria para una reforma de la Iglesia”. *Espiga*, 10, 23, 2012: 53-77. <https://bit.ly/3dbzLQA>.

- Riera Palmero, Juan. “Andrés Vesalio (1514-2014) en el quinto centenario de su nacimiento”. *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 52, 2015: 15-19. <https://bit.ly/3hKOaaj>.
- Riveira Porta, Manuel. *Vida extraterrestre*. Madrid: Agrupación Astronómica de Madrid, 2017.
- Rivera, Ángel. “Cognición y conducta de neandertales y humanos modernos”. *Revista Portuguesa de Arqueología*, 11, 1, 2008: 5-32. <https://bit.ly/2Yd4EjH>.
- Rodríguez-Martínez, Marta, Silvia Menéndez, Elena Moreno-Eiris, Amelia Calonge, Antonio Perejón y Joachim Reitner. “Estromatolitos, las rocas construidas por microorganismos”. *Reduca*, 2, 5, 2010: 1-25.
- Romero-y Huesca, Andrés, Julio Ramírez-Bollas, Francisco Ponce-Landín, Juan Carlos Moreno-Rojas y Miguel Ángel Soto-Miranda. “La cátedra de cirugía y anatomía en el Renacimiento”. *Cirugía y cirujanos*, 73, 2, 2005: 151-158. <https://bit.ly/3daMgw6>.
- Ruse, Michael. “Darwin y la filosofía”. *Teorema*, 28, 2009: 15-33.
- Russo, María Teresa. “Bioética y literatura, una propuesta para una antropología del sufrimiento”. *Persona y Bioética*, 10, 2, 2006: 121-131. <https://bit.ly/2zLRFfq>.
- Sabadell, Miguel Ángel. “¿Qué pasaría si no hubiera luna?”. *Muy Interesante*. <https://bit.ly/2Besoe>.
- Sabadell, Miguel Ángel. “El enigma de los planetas gigantes”. *Muy Interesante*. <https://bit.ly/30TYdng>.
- Sagan, Carl y Ann Druyan. *Sombras de antepasados olvidados. Las respuestas de la ciencia a quiénes somos, de dónde venimos y cuál puede ser nuestro destino*. Barcelona: Círculo de Lectores, 1994.
- Sagan, Carl. *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*. Barcelona: Planeta, 2000.
- Sánchez Vega, Marco Vinicio. “La capa de ozono”. *Biocenosis*, 21, 1-2, 2008: 65-68. <https://bit.ly/2YHUyWU>.
- Sánchez-David, Carlos. “La muerte negra. El avance de la peste”. *Revista de Medicina*, 16, 1, 2008: 133-135. <https://bit.ly/2ACafHI>.
- Sánchez-Santillán, Norma, Rubén Sánchez-Trejo, René Garduño y Guadalupe de la Lanza-Espino. “De meteoroides, meteoritos, cometas y clima”. *ContactoS*, 88, 2013: 49-59.
- Saraceno, Paolo. “El universo invisible de Herschel”. *Investigación y Ciencia*, 437, 2003: 62-67.
- Senent de Frutos, Juan Antonio. “Antropocentrismo y modernidad. Una crítica post-ilustrada”. *Revista de Fomento Social*, 281, 2016: 107-114. <https://bit.ly/3d8m5WR>.
- Sharov, Alexei y Richard Gordon. “Life Before Earth”. Publicado en marzo, 2013. <https://bit.ly/37GjceQ>.

- Schopenhauer, Arthur. *El amor, las mujeres y la muerte*. Buenos Aires: CS Ediciones, 1998.
- Stahler, Steven. "Origen y evolución de los cúmulos estelares. El cielo nocturno es un campo de estrellas". *Investigación y Ciencia*, 44, 2013: 50-57.
- Stavro Tirado, Xiomara Ibeth. "Implementación del Protocolo de Montreal en Colombia". *Producción + Limpia*, 2, 1, 2007: 91-105. <https://bit.ly/37ElaLj>.
- Strickland, Ashley. "Venus era potencialmente habitable hasta que ocurrió un evento misterioso". Publicado el 20, septiembre, 2019. <https://cnn.it/3fxlSho>.
- Thomas, Louis-Vincent. *Antropología de la muerte*. Barcelona: Paidós, 1991.
- Torres, Delci. "Los rituales funerarios como estrategias simbólicas que regulan las relaciones entre las personas y las culturas". *Sapiens*, 7, 2, 2006: 107-118. <https://bit.ly/30SC74H>.
- Tovar Cabañas, Rodrigo. "Júpiter y clima terrestre". *Revista Geográfica*, 151, 2012: 179-192.
- Useros Fernández, José Luis. "El cambio climático, sus causas y efectos medio ambientales". *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 50, 2013: 71-98. <https://bit.ly/3fEs9rL>.
- Vaquerizo Gil, Desiderio, coord. *Arqueología de la muerte, metodología y perspectivas actuales*. Córdoba: Fuenteovejuna, 1990.
- Vaquerizo Gil, Desiderio, coord. *Espacios y usos funerarios en el Occidente Romano*. Córdoba: Universidad de Córdoba, 2002.
- Vaquerizo Gil, Desiderio. "Funus florentinorum. Muerte y ritos funerarios en la Iliberri romana". En *Granada en la época romana. Florentia Iliberritana*, editado por la Junta de Andalucía, 131-144. Sevilla: Consejería de Cultura, 2008.
- Vargas, Luis Pla. "Aproximaciones a la muerte en Occidente". *Aquelarre*, 7, 2005: 81-98. <https://bit.ly/2UVhpgx>.
- Vázquez Martínez, Luis. "La gran aventura de la exploración de Marte". *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas Naturales*, 102, 1, 2008: 273-283. <https://bit.ly/30UgNvw>.
- Velasco, Manuel. *El anillo de Balder y otros cuentos vikingos*. Madrid: Tierra de Fuego, 2009.
- Vélez Ramírez, Amparo. "La eutanasia, el debate actual". *Persona y Bioética*, 6, 1999: 145-149.
- Vernant, Jean-Pierre. *El individuo, la muerte y el amor en la Grecia antigua*. Barcelona: Paidós, 2001.
- Veroslavsky, Gerardo, Martín Ubilla y Sergio Martínez, eds. *Cuencas sedimentarias de Uruguay, geología, paleontología y recursos naturales. Cenozoico*. Montevideo: Dirac, 2004.

- Welsh, William y Laurance Doyle. “Mundos con dos soles”. *Investigación y Ciencia*, 448, 2014: 22-29.
- Zayas Fernández, María Belén y Jesús Vías Martínez. “El Atlántico a través de su representación cartográfica”. *Revista de Estudios Internacionales*, 1, 1, 2016: 6-20. <https://bit.ly/2BlAhi4>.
- Zizumbo Villareal, Daniel y Patricia García Marín. “El origen de la agricultura, la domesticación de plantas y el establecimiento de corredores biológico-culturales en Mesoamérica”. *Revista de Geografía Agrícola*, 41, 2008: 85-113. <https://bit.ly/3hHQBKK>.
- Zolezzi de Rojas, Marta. “La muerte en la Grecia antigua”. 2017. <https://bit.ly/2YGAMeq>.



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

SU OPINIÓN



Para la Editorial UPB es muy importante ofrecerle un excelente producto.
La información que nos suministre acerca de la calidad de nuestras publicaciones será muy valiosa en el proceso de mejoramiento que realizamos.

Para darnos su opinión, comuníquese a través de la línea
(57)(4) 354 4565 o vía correo electrónico a editorial@upb.edu.co

Por favor adjunte datos como el título y la fecha de publicación,
su nombre, correo electrónico y número telefónico.

Esta obra se publicó en archivo digital
en el mes agosto de 2022.



La vida en muchos de sus aspectos se ha convertido en un enigma para la ciencia que poco a poco ha ido develando con esas sutilizas y encantos propios del mundo científico, pero la muerte es un misterio, que no siempre logramos explicar por vía de la ciencia, este tema requiere que nos acercarnos con humildad y fascinación, con una visión ampliada acerca de la muerte.

