



Encuentros en la **b**iología

CIENCIA

Y

MUERTE



Ciencia y muerte



La ciencia y la eutanasia

Vol XIV | No 180
OTOÑO | 2021

Portada de Julia Victoria García de Andrés

ENCUENTROS EN LA BIOLOGÍA
Revista de divulgación científica
Indexada en *Dialnet*

Entidad editora:

Universidad de Málaga. EDITADA CON LA COLABORACIÓN DE LA UNIDAD DE IGUALDAD DE GÉNERO DE LA UMA, DEL INSTITUTO DE HORTOFRUTICULTURA SUBTROPICAL Y MEDITERRÁNEA "LA MAYORA" (IHSM-UMA-CSIC) Y EL DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

Depósito legal: MA-1.133/94

ISSN (versión electrónica): 2254-0296

ISSN (versión impresa): 1134-8496

Periodicidad:

4 NÚMEROS ORDINARIOS (TRIMESTRALES) Y AL MENOS
1 NÚMERO EXTRAORDINARIO MONOGRÁFICO AL AÑO

Correspondencia a:

JUAN ANTONIO PÉREZ CLAROS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
29071 - MÁLAGA
JOHNNY@UMA.ES

EQUIPO EDITORIAL

COMITÉ EDITORIAL EJECUTIVO

- Juan A. Pérez Claros
johnny@uma.es
Paleontología
Director.
- Ramón Muñoz-Chápuli
chapuli@uma.es
Biología del desarrollo y cardiovascular
*Director adjunto:
Coordinación de la edición electrónica, foros de la ciencia*
- Elena Rojano Rivera
elenarojano@uma.es
Bioinformática y biología de sistemas. *Directora adjunta: Maquetación*

COMITÉ EDITORIAL ASOCIADO

- Ana Grande Pérez
agrande@uma.es
Genética-virología, Patogénesis virales. *Jóvenes científicos*
- Antonio Diéguez
dieguez@uma.es
Filosofía de la ciencia

A debate, recensiones

- Beatriz Martínez Poveda
bmpoveda@uma.es
Biología molecular del cáncer y enfermedades cardiovasculares
- Enrique Viguera
eviguera@uma.es
Genética y genómica
Eventos especiales
- Francisco José Villena
francis.villena@icloud.com
Jóvenes científicos
- José M^a Pérez Pomares
jmperezp@uma.es
Biología del desarrollo y cardiovascular
Entrevistas
- M. Gonzalo Claros
claros@uma.es
Bioquímica, biología molecular y bioinformática.
Escribir bien no cuesta trabajo
- Miguel Á. Medina Torres
medina@uma.es
Biología molecular y de sistemas, biofísica y bioquímica

Monitor

- Belén Delgado Martín
belendm@uma.es
Bioquímica y biología molecular. *Maquetación*
- José Córdoba Caballero
josecordoba@uma.es
Bioinformática y biología de sistemas. *Maquetación*
- Jesús Olivero
jesusolivero@uma.es
Zoogeografía y biodiversidad animal
- Juan Antonio Guadix Domínguez
jaguadix@uma.es
Desarrollo embrionario, diferenciación celular y biología de células madre
- Juan Carlos Codina
jccodina@uma.es
Microbiología, educación secundaria
- Luis Rodríguez Caso
caso@eelm.csic.es
Técnicas de laboratorio
- María Rosa López Ramírez
mrlopez@uma.es

Química física, astronomía

- Rafael Antonio Cañas Pendón
rcanas@uma.es
Biología Molecular de plantas
- A. Victoria de Andrés Fernández
deandres@uma.es
Biología animal aplicada
Directora de Ciencia Sin Límites
- Héctor Valverde Pareja
hvalverde@uma.es
Biología evolutiva molecular
Maquetación y difusión

COMITÉ EDITORIAL DE HONOR

- Salvador Guirado Hidalgo
guirado@uma.es
Biología Celular
- Esteban Domingo
edomingo@cbm.uam.es
Evolución de virus
- Gonzalo Álvarez Jurado
g.alvarez@usc.es
Genética

Editorial

El hecho de que un número extraordinario de una revista llamada «Encuentros en la Biología» se destine a analizar el concepto de muerte puede resultar, de entrada, sorprendente. De hecho, siendo la biología la rama de la ciencia que se encarga de estudiar todo lo relacionado con la vida, lo orgánico y los procesos biológicos de los seres vivos, la muerte parece no tener cabida en su área de conocimiento. Nada más lejos de la verdad. Desde los inicios de la ciencia, los diferentes intentos por definir la vida se han ido sucediendo sin llegar a ofrecer, de una forma concluyente, una propuesta satisfactoria y unificadora. Por poner un ejemplo, si nos vamos a una de las mejores definiciones de vida, la aportada por Lynn Margulis «Captando genomas. Una teoría sobre el origen de las especies», la vida podría definirse como «la capacidad de administrar los recursos internos de un ser físico de forma adaptada a los cambios producidos en su medio, sin que exista una correspondencia directa de causa y efecto entre el ser que administra los recursos y

el cambio introducido en el medio por ese ser, sino una asíntota de aproximación al ideal establecido por dicho ser, ideal que nunca llega a su consecución completa por la dinámica del medio». Como se puede comprobar, esta definición es, de todo, menos sencilla, clara, rotunda, tajante o determinante. Pero no podemos culpar por ello a la gran Margulis. La vida es un fenómeno tan extraordinariamente complejo y diverso que es muy difícil, por no decir imposible, que se conciba de una forma unitaria y rotunda. Sin embargo, y aunque sea una trampa semántica, todos tenemos una idea intuitiva de lo que es la vida que coincide, precisamente, con la de fenómeno contrapuesto a la muerte. Es por ello, y porque desde siempre ha fascinado a la humanidad, por lo que hemos sacado a la luz este número extraordinario que esperemos que disfruten.

Victoria de Andrés

eb

CIENCIA Y MUERTE

por VICTORIA DE ANDRÉS, ANTONIO DIÉGUEZ, PATXI FERNÁNDEZ,
MIGUEL ÁNGEL MEDINA, PAUL PALMQVIST Y JOSÉ MARÍA PÉREZ-POMARES

La muerte es la experiencia final de la vida y, posiblemente, la única certeza absoluta que el ser humano posee acerca de su propia existencia. Protagoniza reflexiones filosóficas de todas las culturas, mitos de todas las épocas y representaciones artísticas de todos los estilos. El misterio que el concepto de la muerte lleva consigo ha sido fuente de inspiración constante en las creaciones literarias de todos los tiempos, desde el *Fedro* de Platón al *Tokio blues* de Murakami, pasando por el *Amor constante más allá de la muerte* de Quevedo y deleitándose a sus anchas en el romanticismo, donde se le brinda a la muerte un auténtico homenaje como temática.

Si dejamos la literatura y nos vamos a las artes plásticas, han sido numerosísimas las creaciones que se han explayado con el *final ineludible* para regalarnos obras maestras. Aunque es en las fascinantes vanitas barrocas cuando se sublima esta producción temática¹, multitud de autores han abordado la muerte a lo largo de los siglos. El *Gálata moribundo* de la escultura helenística, *Las edades y la muerte* del flamenco Grien, *La isla de los muertos* del simbolista Böcklin, la romántica obra truculenta de Fiedrich o la prerrafaelista de Rossetti son algunos bellísimos ejemplos, aunque se podrían elegir muchos otros del cuasi infinito repertorio. Es más, en la actualidad, las múltiples versiones de las calaveras de Hirst se han popularizado tanto que resultan hasta cansinas.

Curiosamente, aunque la muerte ha importado e importa mucho al ser humano, se sabe realmente muy poco de ella. Ésta, entre otras razones, ha sido la motivación para organizar un nuevo debate en *Ciencia sin Límites*². En este tema, como en tanto otros, la ciencia aporta luz con su objetividad, aunque es importante señalar que, al tratar la muerte, partimos de dos limitaciones conceptuales:

La primera de ella es que, aun teniendo muchos datos de la muerte *desde aquí*, carecemos de datos empíricos sobre lo que acontece *al otro lado* (nadie se ha muerto y ha vuelto, después, para contárnoslo). Como siempre hacemos en *Ciencia sin Límites*, no entramos en las cuestiones de fe (a las que no catalogamos de verdaderas o falsas, sino de externas al ámbito de competencia científico) por lo que, con absoluto respeto, no las consideramos.

La segunda es que no tenemos una definición clara e inequívoca de muerte para poder empezar a trabajar. Al entenderse la muerte como la antítesis de la vida y al no existir una demarcación absoluta para el fenómeno vital, resulta tautológico definirla así.

Debido a estas dos limitaciones, el debate se centró en *qué se entiende* como muerte en su sentido inmediato, esto es, como fin de la vida, *cómo se podría definir* (si es que se puede) y *cuántos tipos* de muerte se podrían establecer.

¹Aquí, el español Juan Valdés Leal se puede citar como uno de sus máximos exponentes con sus dos soberbias postrimerías, encargadas por Juan de Mañara para el bajocoro del Hospital de la Caridad de Sevilla: *In ictu oculi* y *Finis glorie mundi*.

²Este debate tuvo lugar el pasado 2 de diciembre. Debido a la necesidad de mantener las condiciones biosanitarias derivadas de la situación de pandemia en la que nos encontramos, el debate se celebró a puerta cerrada en la Sala de Juntas del Rectorado de la Universidad de Málaga. Gracias a una subvención obtenida por parte del Plan Propio de la UMA, pudo ser grabado. El acceso es universal y gratuito pinchando este enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=vodmtT6tjcc>

Definiciones de muerte

Hay varias propuestas de definiciones biológicas de muerte de las que, posiblemente, las más completas sean éstas:

- Desde el punto de vista de la fisiología, la muerte es un efecto terminal que resulta de la extinción del proceso homeostático de la vida. Dicho de otra manera, sería el evento resultante de la incapacidad orgánica de sostener la homeostasis³.

- La termodinámica, por su parte, considera la muerte como el momento en que el sistema orgánico deja de luchar contra su segundo principio, según el cual el universo tiende a su estado de máxima entropía (o desorden)⁴. La muerte, pues, sería el momento en que nos *desordenamos*. En consecuencia, la vida serían aquellos *demonios metaestables* de Maxwell cuyo único estado estable sería la muerte.

- Por último, la física cuántica considera que la vida es un estado cuántico de una clase específica de materia estructuralmente ordenada. Debido a que es un estado cuántico, la vida no se puede transferir, no se puede inducir, ni se puede trasplantar o infundir hacia estructuras inertes⁵. La vida sólo puede ser *continuada*. Consecuentemente, todo ser vivo se tiene que replicar mediante la división de sí mismo (organismos unicelulares) o de sus células (organismos multicelulares), ya sea para crecer (en la cantidad de individuos o en la complejidad de un individuo) o para perpetuarse genéticamente. También, desde esta óptica, la muerte sería el desorden.

Sea cual sea la definición que adoptemos, lo que sí está claro es que el concepto de muerte es muy diferente según el nivel al que se aplique. Dicho de otra forma, al igual que con la vida establecemos *niveles de organización*, lo mismo podemos hacer con la muerte. La vida de una bacteria (donde no existe el concepto de senescencia) no es lo mismo que la de un ser pluricelular, que nace con una «previsión» temporal de existencia, al final de la cual morirá. Tampoco es lo mismo la vida de un organismo que la vida de todas y cada una de las células que lo componen. Por otra parte, y si trasladamos el concepto muerte de un organismo al de una especie, tampoco es equivalente el fenómeno.

Para hacer todo un poco más complejo, si nos centramos en el concepto individuo y, si me apuran todavía más, en el concepto de individuo humano, tampoco parece, a veces, estar clara la diferencia entre la parada cardiorrespiratoria, la muerte cerebral y la muerte orgánica. De hecho, la muerte clínica no es lo mismo que la muerte biológica.

Partimos pues, de la premisa de que parece no haber una *única muerte* sino muchas muertes diferentes. Así la vamos a tratar en los siguientes apartados.

La muerte desde la bioquímica

(La muerte es) «una cancelación siempre probable de lo que puedo ser, lo cual está fuera de mis posibilidades»
Jean-Paul Sartre

Desde la bioquímica, se pueden admitir las tres definiciones de muerte aportadas más arriba como variaciones sobre un mismo tema: si la vida es un epifenómeno que se manifiesta como un sistema complejo alejado del equilibrio, lo es gracias al continuo intercambio de materia, energía e información que todo ser vivo mantiene con su entorno a través de un complejo conjunto de procesos fisicoquímicos que constituyen el metabolismo. Por ello, en otro sitio se ha reivindicado que el metabolismo (en esta acepción «ampliada»)

³Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española (2014). *Diccionario de la lengua española* (23.^a edición). Madrid: Espasa. ISBN 978-84-670-4189-7.

⁴H. Callen (1985) *Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*, Wiley, NY.

⁵Nahle, N S. (2003). *Reduccionismo y el Origen Abiótico de la Vida. Abiogenesis*. Biology Cabinet Organization. New Braunfels, Texas. http://www.biocab.org/Abiogenesis_sp.html.

es el auténtico motor de la vida⁶. Un motor y algo más, constituido por señales, máquinas moleculares receptoras de señales, procesadores de la información y generadores de respuestas biológicas concretas que contribuyen al «ajuste fino» continuo de la dinámica metabólica a las condiciones cambiantes del entorno y del interior.

El neologismo *autopoiesis*⁷, introducido por los neurobiólogos chilenos Humberto Maturana y Francisco Varela para referirse con una única palabra al conjunto de procesos que caracterizan la vida, y que aquí identificamos con el metabolismo en sentido amplio, permite relacionar la vida con los procesos homeostáticos desde el punto de vista fisiológico, con el sistema alejado del equilibrio desde el termodinámico y con el orden estructural y la autoorganización desde el cuántico. Por contraposición a la vida, la muerte deviene cuando deja de funcionar el «motor» que mantiene la vida, lo cual conlleva la pérdida de la homeostasis, el rápido acercamiento a las condiciones de equilibrio (máxima entropía) y la pérdida del orden estructural y la autoorganización. De ahí que, bioquímicamente (como también termodinámicamente) la muerte equivalga al equilibrio químico.

Pero, ¿hay algo más que pueda aportar la bioquímica a la comprensión de la muerte? Sí, sin duda alguna, aunque necesariamente saltándose las fronteras establecidas artificialmente entre disciplinas. Por limitaciones de espacio, aquí sólo se harán algunas aportaciones para la reflexión y la discusión:

a) *Sobre la muerte como fenómeno evolutivo*. La muerte no es una necesidad imperiosa de los seres vivos. La muerte «nació» mucho después que la vida en la historia evolutiva. Los primeros seres vivos que habitaron nuestro planeta fueron «humildes» organismos unicelulares procariotas (bacterias y cianobacterias) que, a pesar de ser formas relativamente poco complejas, han conseguido sobrevivir más de 3500 millones de años. Estos procariotas son seres vivos potencialmente inmortales, en los que el concepto de mortalidad se diluye completamente. De hecho, la aparición de la muerte en el paisaje evolutivo de la vida fue un evento relativamente tardío y ligado fundamentalmente a organismos pluricelulares, cuya irrupción en la escena evolutiva tuvo lugar bastante después, hace unos mil millones de años. Incluso entre los organismos pluricelulares suelen citarse los ejemplos de la hidra y de determinadas medusas (el caso de *Turritopsis dohrnii*) como organismos potencialmente inmortales.

b) *Sobre la muerte en el nivel celular*. Aunque el tópico de la muerte celular se tratará en profundidad en la próxima sección, desde la bioquímica habría mucho que decir acerca de la muerte celular programada o, mejor, regulada. Hasta tiempos recientes ha sido un paradigma en la biología celular que la muerte celular regulada fue una adquisición evolutiva asociada al estado de meta- o pluricelularidad. Esto ha sido así debido (al menos, en gran medida) a que la mayoría de los estudios moleculares y celulares sobre muerte celular regulada se han hecho en organismos que son poblaciones de células. En este punto, resulta interesante matizar que desde hace unos años se conocen ejemplos de organismos unicelulares que presentan mecanismos de muerte celular regulada, asociados siempre a procesos de *diferenciación* y/o a procesos de i.

c) *Sobre el concepto de muerte como herramienta para la vida*. Uno de los organismos unicelulares para los que se ha descrito un proceso de muerte celular programada es el mixomiceto *Dictyostelium discoideum*, un organismo con un comportamiento muy singular. Cuando le va todo bien, en condiciones de abundancia de nutrientes, cada célula vive como un organismo independiente en colonias laxas, en las que cada célula es un individuo. Pero cuando las cosas empiezan a ponerse mal, fundamentalmente cuando en su entorno hay restricción de nutrientes, entonces la colonia organiza un sistema de fusión de células y en ese momento se inicia la «muerte programada» masiva de la mayoría de las células de la colonia. Con ello construyen «altruistamente» una especie de «tallos» sobre el cual se diferencia un *cuero fructífero*, que contiene al resto de las células, que van a poder sobrevivir en condiciones de absoluta inanición porque esporulan. En definitiva, una pequeña parte de la población sobrevive a costa del «sacrificio» de la inmensa mayoría de las células, que mueren –digamos– para la supervivencia de la colonia.

d) *Sobre la muerte de los seres humanos y la bioquímica*. Si damos un salto para referirnos a la muerte de individuos pertenecientes a la especie humana, la definición de muerte nos conduce a un terreno tan resbaloso como para que sea un tema de discusión en los campos de la ética o del derecho. Pero una vez que ya no queda ninguna duda de que estamos ante un cadáver, vuelve a abrirse campo a las ciencias a nivel molecular, aunque más que bioquímica es la «química del cadáver», la «textitnecroquímica», que trata

⁶Medina MA. Metabolic reprogramming is a hallmark of metabolism itself. *BioEssays* 42, 202000058, 2020.

⁷Maturana H, Varela F. *El árbol del conocimiento*. Debate, Barcelona, 1996.

de asentar, identificar, detectar y –en su caso– cuantificar los datos científicos que nos permitan explorar retrospectivamente cuál ha sido la causa de la muerte, en qué rango temporal se ha producido la muerte, bajo qué circunstancias, etc., utilizando para ello una serie de marcadores, buena parte de los cuales están bien caracterizados⁸. Hay un modelo que identifica cuatro fases o estadios en la aproximación de un ser humano a la muerte: 1^a Declive (en inglés, *descent*), el momento en que algún sistema vital empieza a fallar. 2^a *Colapso sistémico* (muchas veces denominado «fracaso» multiorgánico). 3^a Mortificación. Y 4^a Expiración. Una vez llegados a esta última fase, en la expiración –sea cual sea el momento en que se pueda certificar legalmente la muerte– desde el punto de vista bioquímico, una de las primeras señales que se detecta es una disminución drástica del pH sanguíneo, porque en el humano que expira se produce un cambio sistémico desde un metabolismo mayoritariamente oxidativo a un metabolismo fermentativo.

e) *Sobre por qué morimos*. En las ciencias biológicas, es frecuente poner la muerte en relación con la longevidad y la senescencia, dos factores a los que se tendrá en consideración en mayor profundidad en las posteriores secciones de este artículo, tituladas *¿De qué morimos?* y *¿Por qué envejecemos?* En relación con ello, puede resultar interesante y oportuno citar un artículo que George Sacher publicó en la revista *Bioscience* en 1978⁹. En este artículo seminal –y sin embargo poco citado– Sacher plantea las que para él son las tres grandes preguntas de la gerontología: las dos primeras serían *¿Por qué envejecemos?* y *¿Por qué vivimos el tiempo que vivimos?* Ambas tienen que ver con la senescencia y con la longevidad, respectivamente. La tercera sería *¿Por qué morimos?* Aunque su artículo se centra en las dos primeras preguntas, en tanto que reflexiona acerca de la longevidad y el envejecimiento en la evolución de los vertebrados, según Sacher es la tercera la que debe y merece ser estudiada por sí misma, porque no hay una relación causal necesaria entre envejecimiento o longevidad y muerte. Al reflexionar acerca de por qué morimos, volvemos a la concepción de la muerte como «la otra cara de la vida» y ello conduce naturalmente a citar al polémico Richard Dawkins, el autor que introdujo el concepto de *gen egoísta*, para el cual la vida o la muerte del individuo son absolutamente irrelevantes, porque la única finalidad que tendría la vida sería garantizar la pervivencia de la información genética contenida en el ADN. Dawkins suele señalar que la naturaleza es cruel per se, que hay muchísimo dolor, muchísimo daño, continuamente, y eso no le importa para nada a la naturaleza, ni a la vida, porque todo ese dolor, todo ese daño, toda esa muerte lo único que está haciendo –desde el punto de vista reduccionista, neodarwinista estricto de este autor– es exacerbar los mecanismos que permiten aumentar la eficacia biológica (*fitness*) de los individuos, su mejora como depósitos y transmisores de genes, esto es, como «máquinas de supervivencia»¹⁰.

La muerte celular

La célula es la unidad básica de la vida, desde una perspectiva tanto funcional como morfológica. Hay seres vivos formados por una única célula, como las bacterias, los protozoos o las algas unicelulares, pero sin duda son los organismos pluricelulares los que han alcanzado una mayor sofisticación en sus funciones gracias a la diversificación de su actividad celular. Paradójicamente, asociamos el concepto de muerte más con estos seres vivos pluricelulares que con los unicelulares, seres que, en un sentido lato, se podrían considerar como inmortales, según se indicó anteriormente.

Si la vida celular depende claramente de la asimetría química y física que se establece a los dos lados de la membrana plasmática celular, es decir, entre el medio intracelular y el extracelular, la muerte de una célula está estrechamente vinculada a la pérdida de dicha asimetría (que es precisamente la que desafía al segundo principio de la termodinámica). En este mismo sentido, nuestra comprensión de la muerte celular se relaciona con múltiples descubrimientos biológicos fundamentales. Sin ir más lejos, la primera publicación que establece la base de nuestro conocimiento acerca de la estructura bioquímica de la membrana celular

⁸Maeda H, Zhu, BL, Ishikawa T,Quan L, Michiue T. Significance of postmortem biochemistry in determining the cause of death. *Legal medicine* 11, S46-S49, 2009.

Donaldson AE, Lamont IL. Biochemistry changes that occur after death: potential markers for determining post-mortem interval. *Plos One* 8, e82011, 2013.

Serrano Valenciano M. La química de los fenómenos cadavéricos. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses* 29, 57-70, 2018.

⁹Sacher GA. Longevity and aging in vertebrate evolution. *BioScience* 28, 497-501, 1978.

¹⁰Dawkins R. 1996. ¿Tiene sentido la vida fuera de sí misma? *Investigación y Ciencia*. Enero 1996, 58-63.

apareció tan solo hace menos de 50 años¹¹. El desarrollo de la comprensión de la naturaleza dinámica de la membrana celular ha sido fundamental para definir dos grandes tipos de muerte celular. La primera, la necrosis, implica la ruptura de dicha membrana y la liberación de los contenidos del citoplasma al medio extracelular, lo que a su vez induce respuestas complejas como la inflamación, que pueden ser perniciosas para las células vecinas. Dicho de otro modo, este tipo de muerte implica la pérdida de la asimetría químico-física que define la vida celular, alcanzándose el equilibrio termodinámico.

El segundo gran tipo de muerte celular es la apoptosis, históricamente denominada como *muerte celular programada*, aunque el término científicamente más ajustado probablemente sea el de muerte celular regulada –ya discutido antes– pues este tipo de muerte celular resulta de la activación de genes concretos y mecanismos moleculares complejos de señalización. En el caso de la apoptosis, la célula pierde su estructura de manera ordenada, comenzando con la desintegración del núcleo celular hasta acabar en la fragmentación de la unidad celular en los llamados cuerpos apoptóticos. Todo este proceso, paradójicamente, no implica la ruptura de la membrana plasmática, que se reorganiza delimitando los cuerpos apoptóticos e impidiendo la liberación del contenido celular al medio. Esto, en último término, evita las respuestas no deseadas que causa la liberación al medio de los contenidos celulares –descritas con anterioridad– en particular la inflamación.

De manera nada sorprendente, el progreso científico ha llevado al descubrimiento de que la apoptosis se puede inducir por factores externos a la propia célula (apoptosis activada por la vía extrínseca) o por señales internas (activación intrínseca de la apoptosis). También hemos descubierto que hay otros tipos de muerte celular regulada que son significativamente distintas de la apoptosis, como la paraptosis, causada por la extrema vacuolización de la célula, sin desorganización de su núcleo o formación de estructuras equivalentes a los cuerpos apoptóticos, o la piroptosis, una forma inflamatoria de muerte celular regulada que normalmente es inducida por patógenos. El estado actual de nuestro conocimiento acerca de la muerte celular es tan complejo que incluso se ha descrito un mecanismo de muerte celular llamado necroptosis, un proceso con características híbridas, propias tanto de la necrosis (permeabilización de la membrana celular y pérdida del contenido celular) como de la apoptosis (disfunción mitocondrial). Por último, se ha descubierto recientemente que los procesos de autofagia, un mecanismo normal que las células usan para eliminar componentes innecesarios o no funcionales, puede implicar, en condiciones extremas como la inanición sostenida, activar procesos de muerte celular regulada.

Decía Voltaire que la caída de los dientes es una muerte a plazos. Más allá del negro sentido del humor del célebre pensador francés, es evidente que la muerte celular en los organismos pluricelulares es una cuestión colectiva, ya que la muerte de una célula puede tener un impacto significativo en sus vecinas. Lo realmente paradójico es que la muerte controlada de un número limitado de células es imprescindible para el correcto desarrollo embrionario de los organismos pluricelulares, al tiempo que la muerte de un número discreto de células se puede compensar fácilmente con la proliferación sostenida de las células adyacentes. Esta respuesta no es, sin embargo, universal, ya que la muerte de un número discreto de células de un tipo celular concreto puede causar graves enfermedades e incluso la muerte (vg., la muerte progresiva de neuronas de tipo dopaminérgico es el elemento fisiopatológico central de enfermedades neurodegenerativas como la de Parkinson o el Alzheimer). En el sentido en el que venimos discutiendo sobre la muerte, ésta es un evento comunitario. Es, por tanto, interesante establecer paralelismos entre los conceptos de muerte biológica y muerte entendida en un contexto social y antropológico. La muerte física del individuo, como la muerte biológica de la célula, es solo una fase de la muerte en su sentido más amplio. En la célebre descripción del concepto antropológico de «rito de paso»¹², cuando un individuo deja un grupo para pasar a formar parte de otro –y la muerte no es más que el rito de paso definitivo– primero tiene lugar el evento de separación, que podemos estimar como el de muerte biológica o, si se quiere, clínica. Pero los ritos de paso son tripartitos, de manera que a la separación sucede la fase de «liminalidad» –cualidad ambigua o de desorientación característica de la fase intermedia de estos ritos– y a ésta la de incorporación al nuevo grupo –que en el caso que nos ocupa es el de los muertos. Estas dos últimas fases de los ritos de paso

¹¹Singer, S. J.; Nicolson, Garth L. 1972 «The Fluid Mosaic Model of the Structure of Cell Membranes». *Science*, 175 (4023): 720-731.

¹²Van Gennep, A. 1909. *Los ritos de paso*. Alianza Editorial.

trascienden claramente a la entidad viva, ya que afectan al colectivo al que pertenecen y, sin duda, merecen una discusión que trasciende los límites naturales de este ensayo.

La muerte del ser humano y sus connotaciones especiales

Desde un punto de vista del «humano en su integridad», actualmente se puede afirmar que la muerte, la mayoría de las veces, llega como un proceso gradual y no como un fenómeno instantáneo. Antes de la parada irreversible del corazón, el ser humano entra en un proceso, caracterizado por el fracaso progresivo de sus órganos, aparatos y sistemas (respiratorio, renal, hepático, cardiovascular, cerebral, hematológico, etc.), que culmina con el cese definitivo del latido cardíaco. Este proceso puede abarcar horas, días o incluso semanas, pero, cuando arranca, lo hace de forma irreversible y con la «finalidad» de morir (una suerte de eutanasia endógena). Es lo que se denomina fracaso multiorgánico y acabará de forma definitiva con la vida del individuo. Esta sucesión de pequeños acontecimientos es tan gradual que, en ocasiones, es necesario añadir a los datos clínicos un pronunciamiento legal que justifique y refrende que la muerte ha tenido lugar. Así, en casos donde el daño principal se produce en el cerebro, desde el momento en que se causa la lesión hasta ese otro en que no es posible registrar actividad eléctrica alguna en el encéfalo, es necesario recurrir a ley para ratificar que, aunque el resto de los órganos estén funcionando (pulmón, corazón, riñones, etc.), se ha producido ya la muerte del individuo (RD 1723/2012 de 28 de diciembre de 2012).

Somos muchos los que consideramos que esta muerte progresiva podría considerarse una forma de eutanasia natural, si flexibilizamos algo el concepto. De hecho, en el trabajo diario que se realiza en las UCI hospitalarias se comprueba cómo la naturaleza suaviza el sufrimiento, minimizando el dolor y el malestar que acompañaría a un organismo agonizante. Esto se consigue mediante la disminución del nivel de conciencia, la entrada en un estado de estupor, por el que se disminuye la percepción del entorno y de la persona misma (y, por ende, del dolor que causa la enfermedad). También, en otro plano diferente, de la tristeza de la partida. El efecto sedante que induce este estado en el cerebro está, muy posiblemente, relacionado con los elevados niveles de CO₂ y de urea, así como con la alteración del patrón de aminoácidos circulantes¹³, concomitante al fracaso de ciertos órganos vitales, como el pulmón, el riñón o el hígado. También parece colaborar en el enlentecimiento de la función cerebral para mantener la conciencia, en la mala perfusión cerebral o en la modificación de determinados neurotransmisores. De esta forma, sin alcanzar la brusquedad con la que determinados medicamentos, a dosis elevadas, aceleran la llegada de la muerte, el propio organismo ha desarrollado sistemas naturales para evitar, o al menos disminuir, el sufrimiento de la enfermedad natural que conduce a su muerte. No obstante, es importante aclarar que esto no significa que, en determinadas circunstancias, por agresiones o porque predomine el dolor inducido por la estimulación de determinadas terminaciones nerviosas, la muerte pueda llegar a producirse en el fragor de dolores o sensaciones de disertar acerantes.

Otro aspecto que se afronta en la profesión médica es la percepción de la dolorosa realidad de la muerte en el ser (o los seres) que se quedan para despedirlo, especialmente cuando por circunstancias, para muchos incomprensibles, la vida del ser que se va es la justificación del que se queda. Contrariamente a la muerte acaecida tras el cumplimiento del periplo vital¹⁴, en cuyo caso la muerte se vive como un proceso natural que justifica la vida del que se va y el concepto de vida en general, hay otra muerte mucho más desgarradora. Es la muerte que llega a destiempo (como es el caso de la madre o el padre que asisten a la muerte de un hijo todavía niño o joven), la que distorsiona el ritmo natural de los acontecimientos y choca con el mundo racional que concebimos.

Existe, finalmente, un tercer tipo de muerte especialmente difícil de afrontar: la del que decide quitarse la vida de forma voluntaria en un momento de su ciclo vital todavía inconcluso. Aunque las circunstancias, las motivaciones o los procedimientos puedan ser muy variados, presentan rasgos comunes que los hacen

¹³de Grooth, H J y col. 2017. SOFA and mortality endpoints in randomized controlled trials: a systematic review and metaregression analysis. *Crit. Care Med.* 21, 38.

¹⁴Es difícil entender lo que es el periplo vital cumplido para cada uno ya que va a depender, en gran medida, de las concepciones culturales de cada época y de cada sociedad, pero creo que todos tenemos una idea intuitiva común de lo que sería el periplo vital del individuo.

especialmente dolorosos y frustrantes, tanto para el que ha decidido quitarse la vida como para los que se quedan a afrontarlo. El sentimiento de vacío, hartazgo, incomprensión –y probablemente venganza– del que ha decidido quitarse la vida invade de dolor, tristeza, frustración, culpa, arrepentimiento e incomprensión al que contempla su muerte.

En conclusión, la muerte del ser humano es la paralización definitiva del cuerpo y de las estructuras celulares, tisulares y orgánicas que lo constituyen, pero también de mucho más: es el fin de un ente con conciencia de vida, conoce de su ser individual, o la del ser querido que acaba su ciclo de manera definitiva.

¿De qué nos morimos y por qué envejecemos?

El cuerpo humano es frágil, pues incluso aquellas personas que están bien alimentadas, se ven libres de patógenos y mantienen un grado elevado de actividad física e intelectual, resultan vulnerables a lo que se refería William Shakespeare cuando hablada de «los miles de aflicciones naturales que nuestra carne hereda»¹⁵. Hay multitud de formas de alcanzar la muerte, tantas como nos podamos llegar a imaginar, e incluso más. No obstante, si en un ejercicio de etiqueta tratamos de categorizar las posibles maneras de decirle adiós a este mundo, podríamos dividir las en dos tipos básicos: las debidas a la intervención de factores externos (alogénicos) al propio individuo y las derivadas del concurso de factores internos (autogénicos) al mismo. Entre las primeras se encontrarían aquellas variadísimas causas que, ajenas al organismo, se traducen en un acortamiento accidental de su vida. Se incluiría aquí el extenso repertorio que abarca desde la rotura accidental de un vaso sanguíneo importante, como consecuencia de una caída, hasta la septicemia ocasionada por una infección bacteriana, pasando por la miríada de causas de muerte relacionadas con nuestro estilo de vida moderno (por ejemplo, desde los accidentes de tráfico hasta la violencia interpersonal). Aunque conviene no minusvalorar la incidencia numérica de estas últimas muertes, durante el curso de los últimos cien años se han reducido en más de un 90 %¹².

En el caso de los factores internos, su variedad es notablemente menor que en los externos, pues en última instancia derivan del hecho de la senescencia, esto es, del deterioro orgánico asociado a alcanzar una edad avanzada. Aquí se encontrarían, fundamentalmente, los efectos del estrés oxidativo sobre las células de nuestro organismo, acumulativos con la edad, y la existencia de genes que, desde la perspectiva de nuestra longevidad máxima potencial, podríamos calificar como «deletéreos». Este último sería el caso de aquellos que predisponen a la aparición de determinadas enfermedades, como el cáncer y el alzhéimer, o los efectos de las citoquinas proinflamatorias sobre el sistema inmune, que se traducen en la aparición de ciertas enfermedades crónicas degenerativas, como la artritis, la demencia senil, la osteoporosis, la aterosclerosis y el fallo cardíaco. Por otra parte –y a diferencia de la mortalidad inducida por los factores externos, que no ha hecho sino descender paulatinamente– la inevitabilidad de –y el remedio frente a– los efectos derivados de la senescencia orgánica ya son otro cantar.

Llegados a este punto, conviene precisar que no existen genes concretos que podamos considerar como responsables del proceso de envejecimiento, pero sí genes que se van volviendo peligrosos conforme avanza la edad. Nacemos con estos genes y a ellos se les suman las mutaciones y los errores de replicación a los que estamos expuestos durante toda nuestra vida. Sus efectos se manifiestan especialmente en la ancianidad (mayor probabilidad de desarrollar un cáncer y menor resistencia a las infecciones), fenómeno que se conoce como inmunosenescencia. Los factores que determinan la pérdida de competencia inmunológica son complejos y tienen lugar a diversos niveles, como el celular (vg., inestabilidad genómica, alteraciones epigenéticas, acortamiento progresivo de los telómeros en los cromosomas tras cada división celular y pérdida de proteostasis), las respuestas compensatorias del propio organismo (vg., desregulación de la detección de nutrientes, disfunción mitocondrial y senescencia celular) o los efectos de ambos sobre la homeostasis tisular y el funcionamiento de los órganos (vg., declive del potencial regenerativo de las células madre con la edad, inflamación crónica de los tejidos y alteraciones en la comunicación celular)¹⁶. Esto

¹⁵Pinker, S. 2018. *En Defensa de la Ilustración*. Paidós, Barcelona.

¹⁶López-Otín, C. y col. 2013. The hallmarks of aging. *Cell* 153, 1194-1217.

explica por qué a partir de los 80 años la principal causa de muerte son las infecciones víricas y bacterianas¹⁷.

Todo lo anterior nos lleva a una pregunta crucial: *¿Cómo ha permitido la evolución que aparezcan genes que permitan la senescencia?* Entre las respuestas a esta «paradoja evolutiva» podemos destacar dos. De un lado, la solución ofrecida por Sir Peter Brian Medawar¹⁸, elegantemente sencilla. Este inmunólogo británico llamó la atención sobre el hecho, obvio por demás, de que la selección natural actúa solo sobre aquellos genes cuyos efectos se manifiestan antes de que normalmente tenga lugar, en condiciones naturales, la muerte de los individuos. Dado que durante la mayor parte de nuestra historia evolutiva la inmensa mayoría de los seres humanos moríamos relativamente pronto, nuestra capacidad de supervivencia y de reproducción no se habría visto afectada por aquellos genes que actúan relativamente tarde en el desarrollo. Ello permitió que diversos genes con «efectos deletéreos» se acumulasen gradualmente en nuestro genoma, simplemente por no haberse seleccionado negativamente. De otro lado estaría la hipótesis del «antagonismo pleiotrópico y la senescencia sincronizada», una variante ligeramente distinta de la anterior, según fue propuesta por George Christopher Williams¹⁹. Este genetista norteamericano llamó la atención sobre el hecho de que la mayoría de los individuos mueren relativamente pronto por acción de los depredadores y los agentes patógenos, pudiendo ser esta la razón de que algunos genes deletéreos se seleccionasen por ser beneficiosos durante las primeras etapas de la vida, cuando aún no nos hemos reproducido, pese a volverse peligrosos durante la última fase, cuando ya lo hemos hecho. Un ejemplo podría ser el gen p53 del ratón, pues una variante polimórfica recesiva frena en los ratones la proliferación celular, evitando la aparición de tumores, aunque parece ocasionar también una reducción de su longevidad²⁰, al asociarse a una atrofia tisular temprana²¹. Paradójicamente, un estudio en personas de 85 años o más ha mostrado que aunque la presencia en homocigosis de esta variante génica parece ir asociada a una probabilidad 2,5 veces mayor de desarrollar cáncer, pese a ello el riesgo de morir de esta enfermedad se reduce en un 41 % frente a los portadores del alelo dominante, salvo a edades avanzadas. Por ello, la presencia de esta variante alélica promueve la supervivencia durante la mayor parte de la vida, en especial durante la etapa previa a la reproducción –esto es, la única «visible» para la selección natural– aunque ocasione también una ligera reducción de la longevidad máxima potencial²². Williams señaló igualmente que la selección natural tendería a impedir que ciertos órganos o sistemas se viesan sujetos a senescencia antes que otros, lo que supondría aceptar la existencia de mecanismos que favoreciesen un «envejecimiento sincronizado», tema que sigue estando sujeto a debate²³.

En todo caso, conviene indicar que durante la mayor parte de nuestros 300 000 años de historia evolutiva como *Homo sapiens* hasta mediados del siglo XIX, la esperanza de vida al nacer (EVN) osciló entre 30 y 40 años. Hay que aclarar que EVN no corresponde a la edad máxima que alcanzan las personas más longevas de la población, sino a la edad media a la que tiene lugar la muerte, algo que depende mucho de la mortalidad infantil. De hecho, las personas que vivieron en la antigüedad tenían, al igual que hoy, el potencial de llegar a centenarios, aunque la proporción de la población que alcanzaba edades muy avanzadas era muy inferior al actual. Esto se debía, entre otros factores, a los efectos de una alimentación más deficiente, un estilo de vida con mayor exigencia física y una mayor vulnerabilidad tanto ante las infecciones cotidianas como en las epidemias ocasionales. Además, en las mujeres se sumaban las complicaciones durante el parto. Por ello, alcanzar la longevidad potencial de nuestra especie era en gran medida –y a diferencia de ahora– más una cuestión de buena suerte que de buenos genes.

¹⁷Una revisión clarificadora en cuanto a las causas de muerte en la población sueca desde 1751 hasta 2010 mostró una transición desde valores relativamente altos de mortalidad a todas las edades y niveles de vitalidad, ocasionados por la intervención de factores extrínsecos que suponen niveles elevados de estrés para el organismo, hasta una mortalidad más reducida y concentrada en los individuos de menor vitalidad (y mayor edad), como resultado de la intervención de factores menos agresivos, así como una reducción en la velocidad a la que declina la inmunocompetencia de los individuos con la edad. Véase Anderson, J.J. y col. 2017. Insights into mortality patterns and causes of death through a processpoint of view model. *Biogerontology* 18, 149-170.

¹⁸Medawar, P.B. 1946. Old age and natural death. *Modern Quarterly* 1, 30-56.

¹⁹Williams, G.C. 1957. Pleiotropy, natural selection, and the evolution of senescence. *Evolution* 11, 398-411.

²⁰Campisi, J. 2003. Cancer and ageing: rival demons? *Nature Review Cancer* 3, 339-349.

²¹Tyner, S.D. y col. 2002. p53 mutant mice that display early ageing-associated phenotypes. *Nature* 415, 45-53.

²²Donehower, L.A. 2005. p53: guardian and suppressor of longevity? *Experimental Gerontology* 40, 7-9.

²³Austad, S.N. y Hoffman, J.M. 2018. Is antagonistic pleiotropy ubiquitous in aging biology? *Evolution, Medicine, and Public Health* 2018, 287-294.

La EVN comenzó a ascender paulatinamente desde mediados del siglo XIX gracias a la generalización de los hábitos de higiene personal y los avances médicos (sobre todo, el desarrollo de las vacunas y antibióticos), aumentando la edad promedio a la que fallecen las personas adultas y, a la vez, reduciéndose la mortalidad infantil. Como resultado, el valor de la EVN ha pasado a duplicarse en la actualidad respecto al que tuvimos en la mayor parte de nuestra historia evolutiva. De hecho, hoy en día no se vislumbra un final para esta tendencia según ha permitido constatar un estudio a nivel mundial, el cual mostró un incremento de cuatro años más de esperanza de vida ganados en solo dos décadas²⁴. En España, al igual que en otros países desarrollados, el incremento fue incluso mayor²⁵. Ahora bien, el asunto que realmente interesa aquí es saber si ahora vivimos también más años disfrutando de plena calidad de vida. Esto es lo que mide la esperanza de vida saludable al nacer (EVSN), parámetro que tiene en consideración los años en los que las personas mantienen funcionales sus capacidades físicas. Pues bien, aunque la EVSN ha aumentado también a nivel mundial²⁶, lo que invita al optimismo, este aumento ha sido algo menor, 3,4 años. Esto significa que cada año ganado de vida se ha traducido en algo más de 10 meses extra de vida saludable (en otras palabras, la «cuarta edad» se ha prolongado en casi dos meses)²⁷. La tendencia no augura nada bueno, pues supone prolongar la etapa final de nuestra vida en la que aparecen toda una serie de enfermedades degenerativas y crónicas incapacitantes, que limitan seriamente la autonomía de las personas, haciéndolas muy dependientes de su entorno familiar y afectivo, además de requerir cuantiosas inversiones en atención sociosanitaria, lo que plantea serias amenazas a la perdurabilidad del sistema del bienestar²⁸.

Las reflexiones anteriores, unidas a nuestro deseo –que suele acrecentarse con la edad– de posponer el trágico final de la muerte, nos llevan a plantearnos qué modelos animales podrían brindarnos claves sobre posibles mecanismos que permitan retrasar la senescencia. Hay diversas especies animales que alcanzan una longevidad bastante superior a la esperable en su grupo y, por ello, se convierten en sujetos idóneos en las investigaciones sobre los mecanismos implicados en el retraso del envejecimiento y la muerte²⁹.

Finalmente, un tema a desarrollar aquí sería el de la «muerte» por extinción de las especies y su importancia para el propio hecho de la evolución, pues sin extinción no habría sido posible la evolución y la diversificación de la vida. Aquí habría que hablar sobre una serie de temas, como la «extinción por accidente» de las especies (vg., catástrofes en la historia de la biota, como la ocasionada por el impacto meteorítico a finales del período Cretácico), la cual normalmente afecta a numerosos grupos de especies (vg., los dinosaurios en el caso del Cretácico, junto a otros grupos de reptiles, tanto marinos como voladores), e igualmente cabría la discusión sobre la «senectud» de los linajes evolutivos, tal y como planteaba la teoría (bastante descreditada hoy día) del tipostrofismo, desarrollada por el paleontólogo alemán Otto Schindewolf. Igualmente, se podría discutir sobre la extinción ligada al cambio evolutivo en las cronoespecies, diferenciando entre extinción en sentido estricto y pseudoextinción por transformación filética, etc. Son temas sin duda interesantes, pero que rebasarían los límites fijados para este ensayo, por lo que serán objeto de desarrollo en futuros artículos.

La filosofía y la muerte

La filosofía se ha ocupado de la muerte desde sus orígenes. No es extraño, pues ningún tema es tan ineludible ni tan inquietante para el ser humano. Como dijo Montaigne, filosofar es aprender a morir. Aunque habría que añadir que, si es así, lo es porque también, y en la misma medida, filosofar es aprender a vivir. Por eso advirtió Spinoza que en nada piensa menos un hombre libre que en la muerte, y que su sabiduría no es una meditación de la muerte, sino de la vida. Pensar en la vida y en el mejor modo de pasar por ella es apartar

²⁴Salomon, A. y col. 2012. Healthy life expectancy for 187 countries, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden Disease Study 2010. *The Lancet* 380, 2144-2162.

²⁵<https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=1414#!tabs-tabla>

²⁶<https://theconversation.com/la-cuarta-edad-viviremos-mas-sintiendonos-peor-145465>.

²⁷Salomon, A. y col. 2012. Healthy life expectancy for 187 countries, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden Disease Study 2010. *The Lancet* 380, 2144-2162.

²⁸<https://theconversation.com/la-cuarta-edad-viviremos-mas-sintiendonos-peor-145465>

²⁹Ver referencias citadas en: <https://theconversation.com/estamos-en-camino-de-alcanzar-la-inmortalidad-145729>

el miedo a la muerte. Montaigne también lo reconoce así cuando escribe en sus Ensayos (cap. XIX): «toda la sabiduría y razonamientos del mundo se concentran en un punto: el de enseñarnos a no tener miedo de morir».

Es bien sabido, sin embargo, que Martin Heidegger, uno de los grandes filósofos del siglo XX, consideró la muerte propia como la certeza fundamental, definitoria y constitutiva del ser humano. Nuestra vida no sería una vida humana si no viviéramos constantemente con esa certeza que hemos de afrontar del mejor modo posible. La consciencia de nuestra finitud, de nuestra temporalidad, de nuestra contingencia es lo que nos permite vivir una vida auténtica y significativa. Los demás seres, incluyendo todos los animales, llegan a su fin, pero solo el ser humano muere propiamente, porque sólo él es consciente de ello. Eso nos abre al horizonte del futuro como determinación del presente. La muerte individualiza al ser humano pues, aunque siempre cabe hacer lo que hacen los otros, nadie puede morir mi propia muerte, ni yo la de otro. Es intransferible. La muerte propia es además paradójica ya que, al acabar con toda posibilidad, acaba con mi ser, y con ello se vuelve para mí una posibilidad imposible.

Entre los problemas que más han discutido los filósofos en torno a la muerte, además de este relativo al papel que desempeña en nuestra vida la consciencia de la muerte, está el de si la muerte constituye un daño para el individuo que muere.

Los que creen que sí produce un daño argumentan que la muerte le ha privado al individuo que ha muerto de muchas de las cosas buenas de la vida, y en tal sentido, aunque ya no exista, le ha producido un daño, puesto que podría haberlas disfrutado y no lo ha hecho.

A esto se ha respondido que, igual que antes del nacimiento no disfrutamos de cosas buenas y no vemos esto como un daño para nosotros, esta situación es simétrica a la de después de la muerte. Como argumentó Lucrecio, ni la inexistencia anterior al nacimiento nos daña, ni la posterior a la muerte tampoco. La muerte sería solo volver a la inexistencia previa a nuestro nacimiento, que, como decía Mark Twain, ningún mal o inconveniencia nos causó. Hasta ahora, ciertamente, nadie se ha quejado de no haber nacido. Tampoco de haber muerto.

Esta respuesta, sin embargo, no es muy convincente. Porque el daño que nos causaría la muerte estaría sobre todo en el sufrimiento antes de se produzca, cuando todavía existimos.

La objeción más fuerte a la tesis del daño la formuló Epicuro. La muerte, nos dice en la *Carta a Meneceo*, «nada es para nosotros, puesto que mientras nosotros somos, la muerte no está presente, y, cuando la muerte se presenta, entonces no existimos»³⁰. Es decir, cuando nos llega la muerte, ya no hay un sujeto que pueda ser dañado, no queda nada de él, más que el despojo de su cadáver, que ya no es él. A Catón el joven se le atribuye una idea más radical: la muerte es en realidad el fin de todos los males.

Sin embargo, se puede responder a esto que lo que sí nos puede dañar es el proceso de morir mientras está ocurriendo, o incluso el miedo profundo a la propia muerte a lo largo de nuestra vida. No en vano, lo que quizás más tememos no es el hecho de estar muertos en el futuro, que asumimos como inevitable, sino que el proceso de morir sea angustioso o doloroso. Estar muerto no nos produce ningún daño ciertamente, pero morir sí puede hacerlo, y mucho, dependiendo de cómo sea esa muerte. Por eso, lo que se suele desear para este momento es una buena muerte. Y tiene razón Catón en que la muerte es el fin de todos los males, pero también de todas las cosas buenas y placenteras de la vida.

Otra cuestión que ha sido ampliamente discutida entre los filósofos es si la muerte ha de ser tenida como un mal siempre, o solo lo es la muerte prematura.

Que una muerte prematura (pero ¿cuál no lo es?) es una desgracia que lamentan profundamente todos los que amaron al difunto, pocos parecen ponerlo en duda. La muerte de un joven se vive siempre como un drama, y causa unos efectos devastadores en sus familiares y amigos. ¿Pero podría decirse lo mismo de la

³⁰Epicuro, «Carta a Meneceo», en *Epicuro*, trad. de Carlos García Gual, Madrid: Alianza, 1983, pp. 135-9.

muerte de una persona anciana y enferma, de alguien con una enfermedad grave e irreversible? Hay quien ha defendido que lo que sería una desgracia sería más bien una vida inacabable.

Y eso me lleva al último asunto que quería mencionar. En la actualidad, el transhumanismo toma algunos avances recientes de la ciencia y la tecnología como excusa para prometer la inmortalidad, o al menos una vida de duración indefinida. No deja de ser sorprendente que esto se esté aceptando por muchos como una posibilidad real a corto y medio plazo, y avalada además por los científicos. Es muy posible que podamos seguir aumentando la longevidad del ser humano durante las próximas décadas, como ha venido ocurriendo a lo largo de todo el siglo XX, pero hoy en día la ciencia no puede garantizar en absoluto la posibilidad de detener el envejecimiento, y menos aún de revertir el cuerpo a su estado juvenil. Ni siquiera puede afirmarse que eso sea posible³¹.

³¹Véase A. Diéguez, «¿Podremos vencer a la muerte?», Pasajes. *Revista de pensamiento contemporáneo*, 57 (2019), pp. 6-17.

CIENCIA Y EUTANASIA
por VICTORIA DE ANDRÉS, PATXI FERNÁNDEZ,
JOSÉ CARLOS ESCUDERO Y MARÍA JESÚS DE LA OSSA

El Congreso de los diputados español aprobó el pasado 17 de diciembre la ley sobre la eutanasia y el suicidio médicamente asistido, ley que fue sancionada por El Rey y publicada en el BOE el 24 de marzo de 2021¹.

Según consta en su preámbulo, “La presente Ley pretende dar una respuesta jurídica, sistemática, equilibrada y garantista, a una demanda sostenida de la sociedad actual como es la eutanasia.” Siguiendo con el mismo texto “. . . *La eutanasia significa etimológicamente «buena muerte» y se puede definir como el acto deliberado de dar fin a la vida de una persona, producido por voluntad expresa de la propia persona y con el objeto de evitar un sufrimiento. En nuestras doctrinas bioética y penalista existe hoy un amplio acuerdo en limitar el empleo del término «eutanasia» a aquella que se produce de manera activa y directa, de manera que las actuaciones por omisión que se designaban como eutanasia pasiva (no adopción de tratamientos tendentes a prolongar la vida y la interrupción de los ya instaurados conforme a la lex artis), o las que pudieran considerarse como eutanasia activa indirecta (utilización de fármacos o medios terapéuticos que alivian el sufrimiento físico o psíquico aunque aceleren la muerte del paciente –cuidados paliativos–) se han excluido del concepto bioético y jurídico-penal de eutanasia. . .*”

Tan sólo leyendo este inicio de las 13 páginas del BOE que se han invertido en la publicación completa de la ley, es evidente que se trata de una ley controvertida y socialmente delicada. Independientemente de los aspectos ideológicos y políticos implicados, son muchos los ciudadanos de a pie que consideran que debería haberse visto sometida a un debate previo entre todos los sectores sociales y profesionales implicados. Sin embargo, este debate no tuvo lugar. Unos afirman que debido a la situación pandémica y el estado de excepción imperante en el momento mientras que otros consideran que hubo una utilización oportunista de esta coyuntura para encontrar la excusa justificativa y no celebrarlo. En cualquier caso, no es el objetivo del presente artículo entrar en la controversia política que necesariamente se deriva de esta circunstancia. Por el contrario, sí que consideramos necesario, desde *Ciencia sin Límites*, establecer un diálogo donde diferentes profesionales afectados directamente por la implantación de esta ley pudiesen manifestar sus puntos de vista y criterios, ya que son ellos los que poseen una amplia experiencia en situaciones donde esta ley sería susceptible de aplicarse.

Eso fue lo que hicimos el pasado trimestre. Adaptándonos a las circunstancias derivadas de la pandemia por COVID-19, el debate se celebró en el Rectorado de la Universidad de Málaga y sin asistencia de público aunque fue grabado y su visualización es factible en el siguiente enlace: https://drive.google.com/drive/folders/1t9CsEL9XMiC0bppxzGfY16w8u_P-Bibj.

No obstante, este artículo pretende ordenar ideas, extractar lo más relevante que se dijo y argumentar con apoyo bibliográfico los asuntos más trascendentes y polémicos de lo expuesto en el debate.

El origen del problema

El avance de las condiciones sanitarias y sociales de los países desarrollados ha traído como consecuencia que, en la actualidad, la mayoría de las personas no mueran de una manera brusca e inesperada, sino que lo hagan generalmente como consecuencia de enfermedades crónicas, degenerativas y/o tumorales. Estas circunstancias concurren, masivamente, en personas de edad. Suele tratarse de enfermedades progresivas que terminan transformándose en terminales y que, por definición están irreversiblemente unidas al concepto de muerte².

¹Ley Orgánica 3/2021, de 24 de marzo, de regulación de la eutanasia, publicada en el BOE número 72, de 25 de marzo de 2021 (páginas 34037 a 34049).

²Vega Gutiérrez, J. 2000. “Eutanasia: conceptos, tipos, aspectos éticos y jurídicos. Actitudes del personal sanitario ante el enfermo en situación terminal”. *Bioeticacs*.

Estos hechos han originado una serie de problemas en la medicina actual, que básicamente podemos compendiar en dos:

1.- En los centros hospitalarios, la actuación está orientada a curar la enfermedad o prolongar la vida pero no a administrar los cuidados físicos y psicológicos necesarios en un enfermo terminal. La realidad es, pues, que se produce un vacío asistencial en su atención³.

2.- Muy relacionado con lo anterior, existe una dedicación preferente a otros enfermos con mejores perspectivas.

Una de las diversas “soluciones” que se han aportado (y no entraremos aquí a discutir si esto es o no una *solución*), ha sido la de reclamar la legalización de la eutanasia. En el presente artículo se debatirá sobre la problemática que plantea esta circunstancia aunque se contemplará también la alternativa de los cuidados paliativos, otra demanda social que apenas ha sido tenida en cuenta a la hora de proponer, redactar y aprobar esta ley.

Qué es y qué no es eutanasia

La primera referencia a la inclusión del término en el vocabulario científico nos remonta al siglo XVII, en *El avance del saber* de Francis Bacon⁴ (1623). Se introduce con la acepción de *buena muerte* (del griego *eu-thanatos*), en el sentido de muerte apacible, sin dolores y en contraposición a la *dysthanasia* (también llamada cacotanasia o ensañamiento terapéutico), esto es, la muerte que tarda en llegar plagada de dolores y de sufrimientos.

Sin embargo, actualmente se entiende por eutanasia aquella acción u omisión encaminada a dar muerte, de una manera indolora, a los enfermos incurables. Por ello y para que la muerte sea considerada eutanasia tienen que concurrir dos circunstancias: que ha de ser provocada por personal sanitario y que ha de existir una intencionalidad (supuestamente compasiva o liberadora).

Como consecuencia a lo expuesto anteriormente, *no* es eutanasia:

- El *suicidio asistido*. Se denomina suicidio asistido a la circunstancia que se plantea cuando es otra persona la que proporciona un fármaco letal al enfermo aunque es éste quien se lo administra a sí mismo (lo que ocurrió en el mediático caso Sampederro). No obstante, hay quien considera el suicidio asistido una forma de eutanasia.
- La *aplicación de fármacos para aliviar el dolor* u otros síntomas en un paciente terminal aunque ello produzca, indirecta e inevitablemente, un cierto acortamiento de la vida.
- La *adistanasia*, es decir, la omisión o retirada de medios extraordinarios o desproporcionados para prolongar artificialmente la vida de un enfermo terminal, pues está ausente la acción positiva de matar y la posibilidad de una vida natural.

Por otra parte, y como consecuencia de lo expuesto anteriormente, no procede en la actualidad utilizar los conceptos de *eutanasia involuntaria*, *eutanasia pasiva* o *eutanasia indirecta*⁵.

Polémica y controversia

Como consecuencia de la relación que se establece entre el personal sanitario y la eutanasia, se establecen una serie de problemas que se pueden sistematizar en tres categorías básicas:

³https://www.bioeticacs.org/iceb/investigacion/tesis_Javier_Vega.pdf

⁴Disponible en <https://archive.org/details/bacon-francis-el-avance-del-saber>

⁵<http://www.gacetamedicabilbao.eus/index.php/gacetamedicabilbao/article/view/38/39>

a.- Aspectos éticos y jurídicos

La eutanasia es sobre todo una cuestión que afecta a médicos y enfermeras pues los rasgos propios de la eutanasia (a diferencia de las otras formas de muerte provocada) son el modo médico de inducirla y la intencionalidad “*compasiva*” o “*liberadora*”. Pero su propio concepto choca directamente con los postulados y principios recogidos en sus respectivos códigos deontológicos.

De hecho, y desde el universalmente conocido y respetado Juramento Hipocrático⁶ (460 a C), punto de partida de la Deontología Médica a su adaptación por la Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial (AMM) 25 siglos después y adoptada por la OMS en 1948, se formulan los ideales de *guardar el máximo respeto a la vida humana desde su comienzo*. Concretamente, en el párrafo quinto del juramento se especifica: “. . . Y no daré ninguna droga mortal a nadie, aunque me lo pidan, ni sugeriré un tal uso, y del mismo modo, tampoco a ninguna mujer daré un abortivo, sino que, a lo largo de mi vida, ejerceré mi arte pura y santamente. . .”⁷.

Por otra parte, la propia AMM, máximo organismo internacional en ética médica, afirma en su Declaración sobre la Eutanasia: “*La eutanasia, es decir, el acto deliberado de dar fin a la vida de un paciente, aunque sea por su propio requerimiento o a petición de sus familiares, es contraria a la ética*”⁸.

En lo que respecta al ámbito específicamente nacional, el Código español de Ética y Deontología médica actualmente vigente afirma que:

* “*La profesión médica está al servicio del hombre y de la sociedad. En consecuencia, respetar la vida humana y la dignidad de la persona y el cuidado de la salud del individuo y de la comunidad, son los deberes primordiales del médico*”⁹.

* *El médico tiene el deber de intentar la curación o mejoría del paciente siempre que sea posible. Y cuando ya no lo sea, permanece su obligación de aplicar las medidas adecuadas para conseguir el bienestar del enfermo, aun cuando de ello pudiera derivarse, a pesar de su correcto uso, un acortamiento de la vida*¹⁰.

* *El médico no deberá emprender o continuar acciones diagnósticas o terapéuticas sin esperanza, inútiles u obstinadas. Ha de tener en cuenta la voluntad explícita del paciente a rechazar el tratamiento para prolongar su vida y a morir con dignidad. Y cuando su estado no le permita tomar decisiones, el médico tendrá en consideración y valorará las indicaciones anteriores hechas por el paciente y la opinión de las personas vinculadas responsables*¹¹.

* *El médico nunca provocará intencionadamente la muerte de ningún paciente, ni siquiera en caso de petición expresa por parte de éste*¹².

En lo que respecta, al segundo colectivo profesional directamente afectado, el Código Deontológico de la Enfermería Española especifica:

* “*Los Enfermeros deberán rechazar enérgicamente cualquier tipo de presiones que puedan ejercérselas, con la finalidad de utilizar o manipular sus conocimientos o habilidades en perjuicios de los seres humanos*”¹³.

* “*Cuando se diera la circunstancia a que alude el artículo anterior, la Enfermera/o deberá, en defensa de los principios éticos de la profesión, denunciar el caso ante su Colegio. En caso necesario, éste, a través del Consejo General, pondrá en conocimiento de la Autoridad o de la opinión pública, las irregularidades indicadas, y adoptará las acciones necesarias y urgentes que el caso requiera, a fin de establecer el orden*

⁶<https://sites.google.com/site/juramentoshipocraticos/home/juramento-hipocratico-clasico>

⁷<https://biologia-uacj.blogspot.com/2009/02/juramento-hipocratico.html>

⁸Texto recogido en la Declaración de la AMM sobre Eutanasia, adoptada por la 38ª Asamblea Médica Mundial en Madrid (España), en octubre de 1987 y reafirmada por la 170ª Sesión del Consejo en Divonne les Bains (Francia) en mayo de 2005. En: <https://www.wma.net/es/policies-post/resolucion-de-la-amm-sobre-la-eutanasia/>

⁹artículo 5.1. En https://www.cgcom.es/sites/default/files/codigo_deontologia_medica.pdf

¹⁰artículo 36.1. En https://www.cgcom.es/sites/default/files/codigo_deontologia_medica.pdf

¹¹artículo 36.2. En https://www.cgcom.es/sites/default/files/codigo_deontologia_medica.pdf

¹²artículo 36.3. En https://www.cgcom.es/sites/default/files/codigo_deontologia_medica.pdf

¹³artículo 47 del Código Deontológico de la Enfermería Española. En: <http://www.ee.lafe.san.gva.es/pdfs/codigodeontologicoesp.pdf>

ético alterado y defender la dignidad y libertad de los Colegiados”¹⁴.

* “La Enfermera/o ejercerá su profesión con respeto a la dignidad humana y la singularidad de cada paciente sin hacer distinción alguna por razones de situación social, económica, características personales o naturaleza del problema de salud que le aquejen. Administrará sus cuidados en función exclusivamente de las necesidades de sus pacientes”¹⁵.

* “La Enfermera/o tendrá como responsabilidad primordial profesional la salvaguarda de los Derechos Humanos, orientando su atención hacia las personas que requieran sus cuidados”¹⁶.

* “La Enfermera/o debe adoptar las medidas necesarias para proteger al paciente cuando los cuidados que se le presten sean o puedan ser amenazados por cualquier persona”¹⁷.

De los diferentes códigos deontológicos se desprende que idea de que, en principio, la función de médicos y enfermeros es siempre la de curar o aliviar a los pacientes, pero nunca provocarles la muerte.

De todo ello se desprende que, cuando se rechaza la eutanasia y la colaboración al suicidio, médicos y enfermeros no se están simplemente siguiendo sus convicciones éticas o los preceptos de una tradición profesional milenaria sino que están siendo fieles a lo más genuino de sus respectivas profesiones, que es estar al servicio de la vida. Desde este punto de vista, la eutanasia se plantea como una fuente muy significativa de conflicto conductual, aunque el hecho de la aprobación de la ley los haya eximido de responsabilidad penal.

b.- La contemplación de alternativas

Muchos profesionales plantean el hecho de que el problema no sería tal si en España existiese una infraestructura desarrollada y accesible de cuidados paliativos. Su argumento básico es que los pacientes terminales no quieren morir sino que su objetivo es acabar con su sufrimiento¹⁸. Los que defienden esta postura afirman que, eliminando este componente, las expectativas y objetivos de las personas afectadas se reorienten y adaptan a sus circunstancias particulares encontrando un sentido existencial¹⁹.

Consecuentemente, los detractores de esta ley consideran que, antes de plantear la eutanasia como una opción, debería ser justo el desarrollo de una infraestructura que abordara estos dos objetivos básicos²⁰:

* fomentar la creación de centros especializados, pues en ocasiones, ni la familia ni el hospital pueden abarcar todos los cuidados precisos.

* incorporar en los estudios de Enfermería y de Medicina los diversos aspectos relativos al cuidado terminal, y particularmente lo relacionado con el control del dolor. Para muchos colectivos sanitarios, ni el ensañamiento terapéutico, ni el abandono del enfermo, ni la eutanasia se constituirían como respuestas éticas a la situación terminal. Según la OMS, la medicina paliativa sería la solución, y califica como innecesaria la legalización de la eutanasia, recomendando concentrar esfuerzos en la implantación de programas de cuidados paliativos²¹.

c.- La posible coacción moral al enfermo

La admisión legal de la eutanasia podría suponer una forma de coacción moral sobre el enfermo, desde el momento en que éste podría sentirse obligado a solicitarla ante los gastos y problemas que ocasione su enfermedad²².

¹⁴ artículo 48 del Código Deontológico de la Enfermería Española. En: <http://www.ee.lafe.san.gva.es/pdfs/codigodeontologicoesp.pdf>

¹⁵ artículo 52 del Código Deontológico de la Enfermería Española. En: <http://www.ee.lafe.san.gva.es/pdfs/codigodeontologicoesp.pdf>

¹⁶ artículo 53 del Código Deontológico de la Enfermería Española. En: <http://www.ee.lafe.san.gva.es/pdfs/codigodeontologicoesp.pdf>

¹⁷ artículo 54 del Código Deontológico de la Enfermería Española. En: <http://www.ee.lafe.san.gva.es/pdfs/codigodeontologicoesp.pdf>

¹⁸ COCHINOV, H.M. 1995. Desire for death in the terminally ill, *American Journal of Psychiatry*, 152: 1185-1190

¹⁹ CHOCHINOV, H.M. 1999. Will to live in the terminally ill. *The Lancet*, 354: 816-819

²⁰ https://www.bioeticacs.org/iceb/investigacion/tesis_Javier_Vega.pdf

²¹ WHO. 2020. *Cuidados paliativos*. En: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/palliative-care>

²² https://www.bioeticacs.org/iceb/investigacion/tesis_Javier_Vega.pdf

El debate sobre la eutanasia: Desde la Antigua Grecia hasta la actualidad

La viabilidad ética de la eutanasia, si bien es motivo de fuertes controversias en la actualidad, su origen es muy antiguo. Nos han llegado testimonios de los debates generados en las antiguas Grecia y Roma²³. Mientras que filósofos como Sócrates, Platón, Séneca o Marco Aurelio se pronunciaron a su favor, Hipócrates rechazaba radicalmente la eutanasia y así lo dejó constar explícitamente en su juramento. En épocas posteriores, encontramos aportaciones como el famoso capítulo 7 del libro II de la Utopía de Santo Tomás Moro, donde se muestra favorable en casos concretos²⁴ al igual que hace, ya en el siglo XVII, Francis Bacon²⁵. Por el contrario, Caspar Questel se oponía con su publicación de rotundo título *De pulvinari morientibus non subtrahendo* (*La almohada de los enfermos no debe ser removida*)²⁶. Años más tarde, en 1757, David Hume planteó el suicidio como un derecho²⁷.

En todos estos casos, los argumentos esgrimidos se hacen a favor y en contra del concepto de eutanasia activa, no del suicidio asistido ni de la llamada *Limitación del Esfuerzo Terapéutico* (L.E.T.).

En la actualidad, las posturas se han focalizado en manifiestos colectivos más que en posturas individuales. Así, organizaciones como la Asociación parlamentaria del Consejo de Europa (en 1999), la Organización Médica Colegial de España (OMC), la Asociación para la Defensa de la Sanidad Pública, la Asociación Catalana de Estudios Bioéticos (ACEB) (6), el informe Sicard en Francia (preparado por la Misión presidencial de reflexión sobre el final de la vida, creado por decreto del Presidente de la República de Francia François Hollande el 17 de diciembre de 2017) y el Comité de Bioética del gobierno español se han pronunciado claramente en contra²⁸. De hecho, Federico de Montalvo, presidente del Comité de Bioética de España (CBE), niega que la eutanasia deba ser considerada un derecho cuando afirma "... *Consideramos que ni ética ni legalmente hay derecho a morir. Derecho y libertad son cosas distintas...*". Además de esta separación entre los conceptos de derecho y libertad en relación con la eutanasia, también se han abordado las interrelaciones eutanasia-dignidad. La Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa, adoptada el 21 de mayo de 1999, establece que la dignidad es una noción absoluta y afirma que... "*El derecho de nacer y el de morir se refiere nada más que a hechos y sólo hechos, adornados naturalmente de toda la relevancia que se quiera. Precisamente por ello no pueden ser tenidos como dignos o indignos según las circunstancias en que acontezcan, por la sencilla y elemental evidencia de que el ser humano siempre, en todo caso y situación es excepcionalmente digno, esté naciendo, viviendo o muriendo*". En nuestro debate se afirmó que no es precisamente la dignidad la que está en juego, dado que la dignidad se puede perder por actos indignos pero nunca por el sufrimiento.

En una postura contraria, otras instituciones como el Observatorio de Bioética y Derecho (2003), el Instituto Borja de Bioética (2005), el Consejo Consultivo de Bioética de Cataluña (2006), y Derecho a Morir Dignamente se han manifestado en un sentido más favorable a la eutanasia. Al respecto, es importante resaltar que casi todas las encuestas realizadas en España²⁹, así como en otros países europeos y americanos, han mostrado una tendencia favorable a la eutanasia, tanto en lo que se refiere a la opinión de la población general como a la específica de los diferentes sectores sanitarios³⁰.

En general, los argumentos esgrimidos en contra de la eutanasia se han basado, fundamentalmente, en criterios éticos (lo sagrado e inviolable de la vida), médicos (la insuficiencia de cuidados paliativos que ahorren sufrimiento a los enfermos), el temor a evolución futura (iniciar un camino de desvalorización de la protección de la vida humana cuyas fronteras son harto difíciles de prever) y los abusos (chantaje moral a los más débiles, que se pueden sentir una carga). Además, parece haber una vinculación importante entre

²³ von Engelhardt, D. 2002. *Acta Bioethica*, VIII (1). pp. 55-66

²⁴ Moro, T. *Utopía*. Espasa Calpe. Traducción de Pedro Voltes (2007). Prólogo de Fernando Savater. ISBN 978-84-670-2319-0

²⁵ Bacon, F. 1605. *El avance del saber*.

²⁶ Questel, G. 1678.

https://play.google.com/store/books/details/De_pulvinari_morientibus_non_subtrahendo?id=nRZNAACAAJ&gl=US

²⁷ Hume, D. 1757. *Del suicidio*. https://www.academia.edu/38506730/David_Hume_Del_suicidio_

²⁸ CBE, 6 Octubre 2020. Madrid - 09 oct 2020 - 13:09 CEST

²⁹ Encuestas del CIS realizadas en 1992, 1995, 2008 y 2009

³⁰ Encuestas realizadas por CIS (2002), Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (2003), Dignity in Dying (2009) y BMC-Medical Ethics.

las posicionamientos contrarios a la eutanasia y las creencias religiosas ^{31,32,33,34,35}

Por su parte, los argumentos más usados a favor señalan que los cuidados paliativos no resuelven todas las situaciones. De hecho, hay personas que no toleran la pérdida de funciones fundamentales para la calidad de vida. Dentro del concepto de sufrimiento significativo no se debería considerar solamente el dolor sino circunstancias como la pérdida progresiva de control sobre el propio cuerpo (como ocurre en el caso de las enfermedades neurodegenerativas), la sensación de ahogo, la deformación del cuerpo (y, especialmente, del rostro) o la pérdida permanente de la autonomía.

En estas circunstancias, estas últimas asociaciones consideran que la eutanasia, aplicada bajo las indicaciones adecuadas, debería ser un acto médico y éticamente aceptable puesto que sería respetar la autonomía y voluntad de poner fin a la vida de quien está en una situación de enfermedad grave e incurable, de una enfermedad grave, crónica e invalidante o padeciendo un sufrimiento insoportable que no puede ser aliviado en condiciones que considere aceptables. Desde esta perspectiva, la medicina no puede evitar la muerte pero sí que puede (y debe) evitar el sufrimiento innecesario que ocasiona la prolongación de la vida bajo circunstancias insalvables. Hay, incluso, quien considera a la eutanasia como un acto de amor.

Una ley, para muchos, innecesaria, paradójica y a destiempo

Si bien la eutanasia significa desde el punto de vista etimológico muerte dulce, su realidad va mucho allá que su simple etimología. La realidad práctica del proceso significa la provocación de la muerte, en un lapso corto de tiempo, por parte de sustancias administradas bajo supervisión médica y con el único fin de producir la muerte sin que el paciente sufra durante el trance de la misma. Pero un hecho importante de partida se refiere a la escasa información acerca de los protocolos utilizados para provocar la muerte, así como de la tasa de éxitos y fracasos alcanzados con los mismos. Los resultados publicados por el Estado de Oregón, uno de los estados americanos donde la eutanasia está regulada por ley, actualizados a fecha de enero de 2020³⁶, comunicaron datos poco alentadores y que deberían implicar una reflexión sosegada acerca de la bondad de una ley que apruebe y regularice la eutanasia en España. Según dicho informe, en el año 2019, el 21 % de los pacientes que solicitaron y les fue aprobada la muerte mediante un procedimiento activo para tal fin, no llegaron a ingerir la medicación letal. Otro 20 % no se sabe si la recibieron o no. Por otra parte, el 33 % de los pacientes a los que se administró la medicación letal, permanecían vivos 90 minutos después de ingerirla, mientras que un número apreciable de enfermos, tras la administración de la medicación letal, presentaron náuseas, vómitos y convulsiones. Incluso están descritos casos de no fallecimiento en enfermos que volvieron a recobrar la conciencia pese a recibir el coctel de fármacos prescritos a las dosis indicadas en el protocolo.

Otro dato que siembra inseguridad es el hecho de que la mayoría de los países donde está regulada la práctica de la eutanasia no hace público el protocolo de fármacos que administra, desconociéndose por tanto la tasa de éxitos alcanzada, las complicaciones sobrevenidas y la forma de tratar dichas complicaciones. De ahí que actualmente no esté justificada identificar la eutanasia como la *muerte dulce* en contraposición a la *muerte natural* identificada como *muerte dolorosa* o *distanasia*.

La ley de regulación de la eutanasia fue aprobada en España en forma de Ley Orgánica en sesión plenaria del Congreso de los Diputados a fecha de 18 de Marzo de 2021. Esta ley vendría a coexistir, por una parte, con la Ley General de Sanidad 14/1986, de ámbito estatal, que regula entre otros el derecho a

³¹Gielen, J et al. 2009. 'Religion and Nurses' Attitudes to Euthanasia and Physician Assisted Suicide. *Nursing Ethics* (SAGE Journals), 16 (3). PMID 19372125. doi:10.1177/0969733009102692.

³²CADDELL, DP et al. 1995. Euthanasia: American attitudes toward the physician's role. *Social Science and Medicine*, 40 (12): 1671-1681. PMID 7660180. doi:10.1016/0277-9536(94)00287-4.

³³LEE, W et al. 2009. Survey of doctors's opinions of the legalisation of physician assisted suicide. *BMC Medical Ethics*, 10 (2). doi:10.1186/1472-6939-10-2.

³⁴Cristianos, musulmanes y judíos firman un documento para rechazar "sin excepción" la eutanasia y el suicidio asistido. *La Vanguardia*. 28 de octubre de 2019. Consultado el 2 de septiembre de 2021.

³⁵Declaración conjunta de las religiones monoteístas abrahámicas sobre las cuestiones del final de la vida. *Press.Vatican.va*. 28 de octubre de 2019. Consultado el 2 de septiembre de 2021.

³⁶<https://derechoamorrir.org/wp-content/uploads/2020/05/OREGON.-INFORME-2019year22.pdf>

la información y documentación clínica y autonomía individual del paciente. Por otra, coexistiría con las leyes de aplicación autonómica en nuestra comunidad autónoma andaluza, relativas a la *Declaración de Voluntades Vitales Anticipadas 5/2003*, de 9 de Octubre, y especialmente la ley 2/2010, relativa a derechos y garantías de la dignidad de la persona en el proceso de muerte. Esta última ley reconoce el derecho a la retirada de medidas de soporte vital, la sedación en fases terminales o sedación paliativa y el rechazo de determinadas herramientas terapéuticas, según voluntad expresada previamente por el paciente mediante la *Declaración de Voluntades Vitales Anticipadas* o a criterio del médico responsable con el conocimiento y autorización del paciente o sus representantes.

Es importante recalcar, por lo tanto, que ya antes de la promulgación de ley de la eutanasia, existía un contexto legal en nuestro país que garantizaba tanto la autonomía del paciente en la toma de sus decisiones frente a la muerte como la obligación de los medios sanitarios para proporcionar una muerte digna al paciente aquejado de una enfermedad grave e incurable. La ley de la eutanasia no responde, consecuentemente, a la necesidad de aplicar, llegado el caso, una sedación profunda y mantenida, ya recogida por las leyes promulgadas y cuyas diferencias con la aplicada en el caso de eutanasia han sido deslindadas³⁷. La propia ley española así como las leyes en vigor en los escasos países donde la aplicación de la eutanasia esta regulada (Colombia, Canadá, Nueva Zelanda, Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo y algunos estados de USA)³⁸, admiten que no se utilizará la ley para la mayoría de los pacientes que fallecen cada año en España, estimándose en mas de 420.000/año, de los cuales la mayoría fallecen como resultado de procesos crónicos y terminales.

Sin embargo, en el momento actual y por circunstancias que desbordan el objeto de esta comunicación, en el entorno sanitario español se produce una sobreactuación terapéutica en pacientes que por edad, por concomitancia de pluripatología o por complicaciones en el curso de una enfermedad inicialmente abordable, no hace otra cosa que prolongar la muerte del paciente, sin prolongar la vida con dignidad³⁹. Hallazgos similares se observan en otros estudios realizados en entornos distintos del español⁴⁰, lo que merecería un ejercicio de reflexión sin prejuicios con el principal objeto de aliviar el daño infligido en los pacientes.

No deja de ser paradójico el hecho de que dicha situación de prolongación de la etapa vital final va a convivir con la ley de la eutanasia, que pretende acortar la vida de un número limitado de enfermos. Esta situación, además, tendrá que convivir con otra realidad lamentable del sistema sociosanitario español, como es la heterogeneidad y dificultad de acceso de los enfermos terminales a los cuidados paliativos, hospitalarios o a domicilio. De hecho, se estima que un porcentaje próximo al 50 % de los pacientes terminales no tienen acceso a este tipo de cuidados, que aliviarían el dolor físico y psíquico y que es muy probable que eliminaran la situación extrema de recurrir al homicidio asistido. En este sentido, son muchos los que consideran que habría sido más comprensible para la mayoría de la población, usuarios actuales o potenciales en el futuro, ofrecer una alternativa a los cuidados hospitalarios convencionales. Dicha alternativa apostaría por una atención sanitaria que prevenga y trate el sufrimiento físico y moral de la enfermedad terminal y que coexistiera con la ley 2/2010 relativa a los derechos en la elección de la forma idónea de ser asistido en los momentos próximos a la muerte.

La actual ley de la eutanasia ha sido elaborada durante el año 2020 y se publicó en Marzo de 2021, años caracterizados por las restricciones impuestas por el estado de alarma motivado por la pandemia del SARS-Cov2. Dicho estado de alarma implicó restricciones de reunión y de movilidad, por lo que el debate social y el consenso con instituciones afectadas hasta el momento de su publicación se vio fuertemente restringido. A pesar de ello, y pese a la escasísima participación social en el debate, la ley recibió críticas muy contundentes por parte de la Sociedad Española de Psiquiatría y que no han sido atendidas. En ellas se solicitaba la inclusión del psiquiatra en la evaluación de los pacientes que solicitaran esta extrema e

³⁷https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-03/app_164_guide_pds_sedation_web.pdf

³⁸<https://www.bbc.com/mundo/noticias-56423589>

³⁹Hernández-Tejedor, A. *et al.* 2015. Limitations of life-sustaining treatment in patients with prolonged admission to the ICU. Current situation in Spain as seen from the EPIPUSE Study. *Med Intensiva*, 39: 395-404.

⁴⁰The SUPPORT Principal Investigators. 1995. A controlled trial to improve care for seriously ill hospitalized patients: the Study to Understand Prognoses and Preferences for Out-comes and Risks of Treatments. (SUPPORT). *JAMA*, 274 (20): 1591-8.

irreversible medida. También se presentaron quejas por parte del Colegio de Enfermería de Madrid y del Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad, que temían fueran incluidos pacientes con discapacidad pero sin voluntad de que se les aplicara la eutanasia. También se elevaron críticas desde el Comité Español de Bioética, órgano consultivo dependiente de los ministerios de Ciencia y de Sanidad, por considerar que la eutanasia no es un derecho subjetivo.

La ley orgánica de la eutanasia recién entrada en vigor, por otra parte, presenta incongruencias que han sido calificadas de *falta de calidad legislativa*, incluso, por parte de representantes de grupos parlamentarios que le han dado su apoyo (como es el grupo parlamentario “Izquierda Confederal”). De hecho, sólo reconoce como agente que toma la decisión al propio enfermo, y por tanto deja en un *limbo legal* a aquellos pacientes que presentan enfermedades neurológicas degenerativas que les impiden la consciente toma de decisiones, lo que constituye una fracción muy significativa de los potenciales usuarios de dicha ley. Además, y si bien reconoce el derecho a la objeción de conciencia de los médicos a los que se les asigne la labor de aplicar la eutanasia y se postula la creación de un registro con dichos profesionales, no se garantiza el anonimato necesario para evitar incertidumbres acerca de presuntas e hipotéticas represalias contra aquellos que aleguen objeción (de forma activa o pasiva). Tampoco la ley aclara la forma en la que se elaborarán los protocolos ni los registros de complicaciones y seguridad de la aplicación de dichos protocolos. Deja en manos de un comité médico externo la aprobación de la solicitud del enfermo de la eutanasia, lo que no deja de ser un elemento más de la extremada medicalización de nuestra sociedad. Finalmente, la formulación de la ley no va acompañada de preceptos que condenen el abuso del que puedan ser objeto los pacientes en situación especialmente vulnerable como puedan ser los enfermos terminales, que por motivos económicos y/o familiares (entre otros) puedan verse presionados a solicitar de forma activa su propia muerte.

Por todo ello, son muchos los profesionales que consideran que la recién aprobada ley de la eutanasia podría ser:

- *Innecesaria*, por la existencia previa de un procedimiento para realizar un Testamento Vital en el contexto de una ley 2/2010 de Derechos y Garantías para garantizar la dignidad en el proceso de la muerte.

- *Paradójica*, porque convivirá con situaciones de obstinación terapéutica donde sólo se consigue retrasar la muerte, sin procurar la dignidad en la prolongación artificial de la vida y con un acceso insuficiente a los cuidados paliativos.

- *A destiempo*, porque en las circunstancias de limitación de libertades cívicas en la que la ley ha sido aprobada, no se ha procurado el consenso necesario, ni con los representantes de los pacientes a los que presuntamente va dirigida, ni con los profesionales que, desde un ángulo u otro, tendrán la potestad de aplicarla.

Los cuidados paliativos: una tercera vía a considerar

La intensidad de la pugna entre los posicionamientos eutanasia sí, eutanasia no podría verse substancialmente disminuida con la entrada en juego de una tercera vía: el acceso a los cuidados paliativos de calidad. Según la OMS, “*Los cuidados paliativos constituyen un planteamiento que mejora la calidad de vida de los pacientes (adultos y niños) y sus allegados cuando afrontan problemas inherentes a una enfermedad potencialmente mortal. Previenen y alivian el sufrimiento a través de la identificación temprana, la evaluación y el tratamiento correctos del dolor y otros problemas, sean estos de orden físico, psicosocial o espiritual*”⁴¹.

En este apartado, son varios los aspectos a considerar:

a) El dolor total

La problemática de los pacientes con una enfermedad avanzada y/o en estado terminal implica la necesidad de hacer frente a unos síntomas físicos que, en el 70-90 % de los casos, van a incluir el dolor. Junto

⁴¹WHO. En: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/palliative-care> (Consultado: 15 septiembre 2021).

con otros síntomas físicos como náuseas, vómitos, estreñimiento o y disnea⁴², el dolor persistente en un paciente puede interferir su fisiología normal afectando, incluso, a su capacidad de comer, dormir (incluso pensar) y llegando a requerir el uso de opiodes. Por otra parte, es frecuente en estos pacientes la presencia de episodios de ansiedad, depresión, confusión, insomnio y/o *delirium*. De hecho, entre los enfermos de cáncer, la prevalencia de síntomas psiquiátricos se estima en un rango de 12- 40 %, siendo incluso superior al 60 % y con desarrollo de pensamientos suicidas en los pacientes con cáncer avanzado⁴³.

Junto con este tipo de problemas físicos y psicológicos de los propios pacientes, se generan otras necesidades relacionadas con la gestión de recursos para poder atender las necesidades de los familiares que colaboran en la mejora y cuidado del paciente. Estos problemas, de naturaleza más social, pueden ser de índole económico y/o laboral pero, también, pueden estar más implicados en componentes psicológicos de los propios familiares como la depresión, el miedo o la reducida tolerancia a la ansiedad⁴⁴.

Por último, pero no por ello menos importantes en estas etapas de la vida de los pacientes, habría que considerar sus necesidades espirituales y existenciales. De hecho, entre los médicos que atienden a pacientes en estas circunstancias, es una de las circunstancias más importantes a las que tienen que atender sin, necesariamente, haber tenido formación adecuada para ello⁴⁵.

Todos estos síntomas y necesidades, así como la propia cercanía de la muerte, hacen que tanto pacientes como familiares tengan que enfrentarse a situaciones altamente estresantes que generan un alto grado de sufrimiento, máxime si se prolongan en el tiempo, cambiando de naturaleza y progresando⁴⁶. En este contexto la enfermera, trabajadora social, médica y escritora inglesa, Dame Cicely Saunders, acuñó 1978 el concepto *dolor total*. Esta pionera de los cuidados paliativos en Europa jugó un papel fundamental en el nacimiento del movimiento *hospice* y reivindicando la importancia de los cuidados en la medicina moderna⁴⁷.

El dolor total es un concepto que, además de considerar los sufrimientos físico, psicológico, social y espiritual de pacientes en situación paliativa, incluye aspectos que puedan influir y/o empeorar el sufrimiento del paciente así como el sufrimiento no físico susceptible de ser somatizado y expresado como dolor material. Así pues, el equipo profesional que trate a estos pacientes debe considerar todas estas variables a fin de conseguir un buen control⁴⁸.

b) El deseo de adelantar la muerte

Se define este concepto como una “*reacción al sufrimiento en un contexto de enfermedad que amenaza la vida, en que el paciente no atisba otra salida que la de acelerar su muerte. Este deseo puede expresarse de forma espontánea o tras ser preguntado, pero debe distinguirse de la aceptación de la muerte inminente o de un deseo de morir de forma natural, aunque preferiblemente pronto*”. El deseo de adelantar la muerte puede surgir en respuesta a síntomas físicos (presentes o previstos), psicológicos (depresión, desesperanza, miedos), de sufrimiento existencial (pérdida de sentido de la vida) y/o aspectos sociales (no valerse por sí mismo, sensación de ser una carga)^{49,50}. Surge en un contexto de pérdida de diferentes naturalezas (de control, de función, de rol, de percepción de sentido de la vida, de percepción de pérdida de dignidad...) e incluso del miedo a morir y al propio proceso de morir. Todo ello genera en el paciente un intenso dolor emocional del que surge el deseo de adelantar la muerte como respuesta, como un deseo de vivir pero no así, como un medio para acabar con ese sufrimiento y como un medio para tener control sobre la situación.

⁴²Cherny N. 2015. 2.1 The problem of suffering and the principles of assessment in palliative medicine. Oxford *Textbook of Palliative Medicine*. Oxford University Press. p.36

⁴³Cherny N. 2015. 2.1 The problem of suffering and the principles of assessment in palliative medicine. Oxford *Textbook of Palliative Medicine*. Oxford University Press p.37

⁴⁴González, M y col. 2021. Trabajo social y Cuidados Paliativos. *Ocronos*, Marzo, 4(3): 32

⁴⁵Cherny N. 2015. 2.1 The problem of suffering and the principles of assessment in palliative medicine. Oxford *Textbook of Palliative Medicine*. Oxford University Press. p.37

⁴⁶Cruzado, A. 2016. Psicología de la salud y cuidados paliativos. *Manual para la atención psicosocial y espiritual a personas con enfermedades avanzadas Intervención psicológica y espiritual*. Obra Social la Caixa. Barcelona, 2016. P. 32.

⁴⁷Clark D. 1999. ‘Total pain’, disciplinary power and the body in the work of Cicely Saunders, 1958-1967. *Social Science & Medicine*, 49: 727-736.

⁴⁸Emanuel, L et al. 2015. Validated assessment tools for psychological, spiritual, and family issues. Oxford *Textbook of Palliative Medicine*. Oxford University Press. p.398.

⁴⁹Balaguer, et al. 2016. An International Consensus Definition of the Wish to Hasten Death and Its Related Factors. *PLoS ONE*, 11(1): e0146184. doi:10.1371/journal.pone.0146184.

⁵⁰Monforte-Royo, et al. 2012. What Lies behind the Wish to Hasten Death? A Systematic Review and Meta-Ethnography from the Perspective of Patients. *PLoS ONE*, 7(5): e37117. doi:10.1371/journal.pone.0037117.

En este contexto de dolor total y deseo de adelantar la muerte, el informe de la comisión de *The Lancet* que analiza el alivio del dolor y el acceso a los cuidados paliativos, afirmó que “*no puede haber salud para todos sin un ataque directo al sufrimiento humano*”, y presentó a la comunidad de cuidados paliativos como líderes en hacer del alivio del sufrimiento parte central de la prestación sanitaria universal.

Desde este punto de vista, el sufrimiento y la muerte son procesos únicos e individuales y los profesionales tienen la obligación ética de comprender y abordarlos en toda su complejidad para garantizar el confort y la dignidad tanto del paciente como de la familia. Consecuentemente, los cuidados paliativos deben formar parte de las competencias de cada profesional sanitario en todos los ámbitos asistenciales a través de la consulta y la formación, permitiéndose que los servicios especializados de cuidados paliativos se centren en la atención directa de los casos más complejos⁵¹.

Los profesionales que desarrollan su actividad en esta área han constatado que la mayoría de los pacientes, realmente, no quieren morir. Lo que realmente no quieren es vivir sufriendo. En el momento en que su sufrimiento se alivia profesionalmente, los pacientes recuperan su deseo de vivir. Es por ello por lo que muchos sanitarios (y población, en general) considera que se debería hacer un esfuerzo en implementar las partidas de gasto público destinadas a estos fines. Por poner un ejemplo, en 2016 en España se estaba atendiendo a la mitad de la población susceptible de recibir cuidados paliativos (alrededor de 51.800 personas atendidas al año frente a 105.268 que necesitarían de esta atención, para una población de 46,6 millones de habitantes)⁵². Constatada esta deficiencia de medios y recursos, ¿por qué no dedicar los esfuerzos a apoyar una ley que regule los cuidados paliativos en España y amplíe su cobertura a todos los pacientes que lo necesiten? Al respecto, la Sociedad Española de Cuidados Paliativos (SECPAL) y la Asociación Española de Enfermería en Cuidados Paliativos (AECPAL)⁵³, y ante el debate político generado en torno a la Propuesta de Ley sobre la Despenalización de la Eutanasia, publicaron un comunicado en el que expresaban “... *que se ha despertado en nuestra sociedad una sensibilidad hacia el sufrimiento que afrontan miles de personas y sus familias cada año (...). Sin embargo, a nuestro juicio, esta norma que se va a tramitar afronta el sufrimiento extremo de aquellas personas que prefieren dar por finalizada su vida y, en cambio, obvia el de aquellos ciudadanos que piden vivir de forma digna esta etapa con el mayor apoyo posible para paliar ese sufrimiento. No existiría nunca el libre derecho a decidir ni se dignificará el proceso de morir mientras las personas que sufren al final de su vida no tengan sobre la mesa todas las opciones posibles, siendo los Cuidados Paliativos un derecho, pero no una realidad en nuestro país para todos los ciudadanos que los necesitan...*” y sigue diciendo “... *En nuestro entorno, muy pocos países cuentan con leyes como la que se va a debatir en nuestro Parlamento, pero en casi la totalidad de los países europeos existe legislación que pretende garantizar unos Cuidados Paliativos de calidad. Estas leyes abogan por la formación de profesionales (tanto de la Medicina como de la Enfermería, la Psicología, el Trabajo Social...), el apoyo a las estructuras básicas para proporcionar cuidados paliativos en la comunidad (como es la Atención Primaria de salud), la acreditación específica y reconocida de quienes van a dedicarse a esa labor, la creación de recursos específicos orientados a la complejidad... Estas leyes reconocen y alivian la carga que supone para un familiar la atención y el cuidado de estas personas, otorgando permisos laborales y facilitando ayudas a la dependencia. Estas leyes son, en definitiva, muestra de la preocupación de sociedades modernas y progresistas ante el sufrimiento de sus conciudadanos más vulnerables. Esperamos que ese mismo compromiso y esa misma sensibilidad que les han empujado a redactar e impulsar la Ley recientemente propuesta les oriente y empuje a impulsar por fin una Ley de Cuidados Paliativos acorde a esta responsabilidad que compartimos...*”⁵⁴.

En este artículo se ha intentado sintetizar los argumentos de las diferentes ideas existentes en torno a esta controvertida ley. Esperamos que el lector, tras su lectura, obtenga la información necesaria para obtener su propia y reflexiva conclusión.

⁵¹Knaut, FM et al. 2018. Alleviating the access abyss in palliative care and pain relief-an imperative or universal health coverage: the Lancet Commission report. *The Lancet Commission*, 391, April 07, Issue 10128, p1391-1454.

⁵²SECPAL nº9. 2016. *Análisis y evaluación de los recursos de Cuidados Paliativos de España*. Monografía.

⁵³Sociedad Española de Cuidados Paliativos. 13/02/2020. Comunicado de SECPAL y AECPAL sobre la Proposición de Ley orgánica de Regulación de la Eutanasia. En:<https://www.secpal.com/Comunicado-de-SECPAL-y-AECPAL-sobre-la-Proposicion-de-Ley-Organica-de-Regulacion-de-la-Eutanasia>

⁵⁴SECPAL. Sociedad Española de Cuidados Paliativos. 13/02/2020. Comunicado de SECPAL y AECPAL sobre la Proposición de Ley orgánica de Regulación de la Eutanasia. En:<https://www.secpal.com/Comunicado-de-SECPAL-y-AECPAL-sobre-la-Proposicion-de-Ley-Organica-de-Regulacion-de-la-Eutanasia>

Ámbito y política editorial

La revista *Encuentros en la Biología* (ISSN 1134-8496) es una revista de divulgación científica con carácter interdisciplinar, está editada por la Universidad de Málaga y publica periódicamente (primavera, verano, otoño, invierno) aquellas contribuciones originales que se enmarcan en un ámbito de encuentro entre las ciencias biológicas y las demás fuentes de conocimiento científico; esto es, conocimiento testado experimentalmente y avalado al menos por una fuente primaria de documentación. Aceptará también la edición de biografías de autores relevantes, de reseñas de libros y trabajos especializados, de imágenes para la portada, la sección «La imagen comentada» y otras secciones especializadas, así como noticias, comunicaciones y eventos relacionados con la biología. La editorial valorará positivamente la contribución de los trabajos en un formato ameno y accesible para estudiantes y profesores de todas las áreas de la biología, al igual que la presentación de las últimas novedades científicas en este área.

Encuentros en la Biología es un foro de difusión abierto para todas aquellas personas que estén interesadas en enviar sus aportaciones. Las contribuciones así presentadas deberán ajustarse a la política editorial y a las normas que a continuación aparecen como «Instrucciones para los Autores». La revista se reserva el derecho a realizar cuantas modificaciones en forma y diseño estime oportunas.

Instrucciones para los autores

1. Todas las contribuciones serán inéditas o contarán con la autorización expresa del organismo que posea los derechos para su reproducción, en cuyo caso la edición incluirá la referencia de su autoría. Los manuscritos recibidos podrían revisarse con medios técnicos para detección de plagios.
2. Cada contribución constará de un título, el nombre completo del autor o autores, su afiliación (institucional, académica o profesional) y correo electrónico. Para distinguir la afiliación de diferentes autores utilice símbolos (*, †, ‡, §, ¶, etc.) después del nombre de cada uno.
3. El documento se puede enviar en formato txt, rtf, sww/odt (OpenOffice/LibreOffice), doc/docx (MS-Word) o tex (L^AT_EX). Manuscritos largos pueden dividirse en varias partes que aparecerían en números distintos.
4. Los nombres de las proteínas se escribirán en mayúsculas y redondilla (ABC o Abc). Los de genes y especies aparecerán en cursiva (*ABC*, *Homo sapiens*). También se pondrán en cursiva los términos que se citen en un idioma distinto al castellano.
5. Los autores que no sean castellanohablantes pueden remitir sus manuscritos en inglés. Una vez aceptado, el equipo editorial elaborará un resumen en castellano.
6. Las tablas, figuras, dibujos y demás elementos gráficos deberán adjuntarse en ficheros independientes. Cuando sea posible, utilice el formato vectorial no propietario pdf, svg, eps o ps. En caso de fotografías o figuras tipo *bitmap* se pueden enviar en formato jpg, tif o png con una resolución mínima de 300 ppp. Existe la posibilidad de incorporar breves animaciones en formato gif a baja resolución.
7. Las referencias bibliográficas se citarán dentro del propio texto, numeradas por orden de aparición, entre corchetes en superíndice^[1]. Al final del mismo, se incluirá la sección de *Bibliografía* o *Referencias* de acuerdo con el estilo del siguiente ejemplo:
¹Einstein Z y Zwestein D. Spatial integration in the temporal cortex. *Res Proc Neurophysiol Fanatic Soc* 1: 45-52, 1974.
 Si hay más de dos autores, se citará el primero seguido de «y otros».
 Si el texto principal no incluye referencias bibliográficas, se ruega a los autores que aporten 3-4 referencias generales «para saber más» o «para más información».
8. Se anima a contribuir a la sección *la imagen comentada* con imágenes originales o de libre distribución (300 ppp de resolución como mínimo) acompañadas en documento aparte con un breve comentario de unas 300 palabras relacionado con la misma (descripción, información, técnica, etc.).
9. Se considerará cualquier contribución para las distintas secciones de la revista.
10. Envío de contribuciones: el original se enviará por correo a los coeditores o a cualquier otro miembro del comité editorial que consideren más afín al tema de la contribución. Como último recurso, se pueden enviar por correo postal acompañados de un CD. No se devolverá ningún original a los autores.
11. La aceptación de todas las contribuciones se hará a petición de los miembros del equipo editorial, manteniendo en todo caso los coeditores la decisión final sobre la misma. También se podrá sugerir al autor mejoras formales o de contenido para adaptar el artículo al perfil de la revista. La notificación se enviará por correo electrónico al autor que figure como corresponsal.