

«Teme a la vejez, pues nunca viene sola».

Nociones de envejecimiento, cambio conceptual y gerociencia

Cristian Saborido

cristian.saborido@fsf.uned.es

INTRODUCCIÓN

No nos gusta envejecer.

Desde luego, no es necesaria una elaborada investigación sociológica para comprobar esto. Ni siquiera una reflexión muy profunda. Que no nos gusta hacernos viejos es una evidencia patente en nuestra psicología y nuestra cultura. La forma en la que generalmente nos comportamos muestra una animadversión acérrima, cuando no una ingenua persistencia en la negación hacia el hecho de que, en el mejor de los casos, parecemos abocados a ser cada vez más mayores, con todo lo que esto implica. Desde los tratamientos cosméticos «antiedad» a las prácticas discriminatorias hacia los ancianos que han dado lugar al fenómeno del «edadismo», la vejez es vista como un destino indeseable, aún a pesar de ser considerada como algo inevitable o «natural». Esta actitud es a la vez contemporánea y clásica. Ya Cicerón identificó las razones por las que los seres humanos vemos con disgusto la vejez:

(H)allo cuatro causas por las que podría parecer desgraciada la ancianidad: una, porque nos apartaría de la realización de las cosas; otra, porque traería como consecuencia un cuerpo más débil; la tercera, porque nos privaría casi de todos los placeres; la cuarta, porque no se hallará muy lejos de la muerte (Cicerón, *De la vejez*, 15).

Podemos estar de acuerdo con el sabio romano en que la incapacidad, la pérdida del vigor, la renuncia a los placeres y la consciencia de la cercanía de la muerte son, en efecto, características desagradables que comúnmente se atribuyen a la vejez, aun cuando el carácter funesto de estas pueda ser discutido –tal

y como el propio Cicerón hace, por cierto-. Así pues, la vejez sería percibida de forma negativa no porque no nos guste acumular años, sino por las consecuencias que este paso del tiempo tiene en nuestros cuerpos. Cumplir años, adquirir experiencia y sumar vivencias es más bien algo que suele verse de forma positiva. No en vano nuestra cultura celebra festivamente los cumpleaños y aniversarios.

Cabe por tanto hacer una primera distinción entre dos formas de entender el envejecimiento:

Envejecimiento como acumulación de tiempo de vida (envejecimiento como longevidad).

Envejecimiento como decadencia física, mental y social (envejecimiento como decrepitud).

Si bien son dos conceptualizaciones diferentes del envejecimiento, es cierto que ambas suelen estar de facto irremediabilmente vinculadas. No parece posible acumular tiempo de vida (concepción 1) sin tener la contrapartida de sufrir achaques y malestares que nos llevan a una limitación sobre nuestro bienestar y nuestras capacidades para actuar y relacionarnos en sociedad (concepción 2). Por esta razón, ambos fenómenos se han interpretado tradicionalmente como uno y lo mismo: envejecer es cumplir años y cumplir años es sufrir la decrepitud a todos los niveles. Y eso sin contar, como apuntó Cicerón, con el hecho de que el pronóstico futuro solo implica más vejez y, en un horizonte que se atisba cada vez más cercano, la muerte.

Ahora bien, es interesante abordar estas dos nociones de forma separada e independiente, al menos en el plano conceptual. Esto nos servirá para, tal y como se defiende en estas páginas, ofrecer un marco filosófico con el que comprender el propósito y el alcance de las nuevas terapias y tecnologías aplicadas a paliar, o incluso revertir, los procesos vinculados a la decrepitud del envejecimiento.

En las siguientes secciones se va a analizar, en primer lugar, la postura que defiende la relación intrínseca entre las dos nociones de envejecimiento. Según varios autores, fundamentados en una larga tradición, el envejecimiento, en los dos sentidos, es un proceso natural. Es decir, un proceso universal e inevitable. Desde esta perspectiva, podemos intentar convivir con la decadencia de la edad, pero, del mismo modo que no podemos parar el paso del tiempo, tampoco podemos aspirar a librarnos de sus efectos.

Por otro lado, y en la línea de los últimos avances en el conocimiento celular y de las aspiraciones del movimiento transhumanista (Diéguez, 2021; Zamora, 2021), los signos físicos del envejecimiento han empezado a ser objeto de la ciencia médica. Desde este punto de vista, el decaimiento corporal ya no es visto como un hecho ligado inevitablemente al paso del tiempo, sino como el resultado de mecanismos fisiológicos patológicos que tienen su base material en la biología genética y celular y que, por qué no, podemos aspirar a tratar y corregir.

El envejecimiento 1 ya no tendría por qué estar necesariamente acompañado del envejecimiento 2. Es posible, defienden cada vez más osados, que podamos acumular años sin perder facultades ni capacidades. Quizá, sostienen, alguna vez encontremos «la cura del envejecimiento».

Entender esta diferencia entre nociones diferentes de envejecimiento es central para comprender el cambio de marco teórico que estamos experimentando en la ciencia médica en relación con el tratamiento y la comprensión de la vejez. Es muy probable que nuestra forma de entender la vejez se nos haya quedado demasiado vieja.

ENVEJECIMIENTO COMO PROCESO NATURAL

Es un hecho irrefutable que todos experimentamos cambios físicos a lo largo de nuestra vida. Es innegable también que muchos de estos cambios parecen intrínsecamente ligados al paso del tiempo. A medida que nos hacemos mayores nuestro cuerpo sufre transformaciones, algunas casi imperceptibles, pero otras muy notables, como en el caso de la adolescencia o de la vejez. Es además significativo que todos los organismos biológicos sufran cambios con el curso del tiempo. En el caso de los vinculados al envejecimiento, estos parecen omnipresentes en todo el mundo natural (con algunas, muy pocas, impactantes excepciones, como la de la rata topo desnuda). Parecería haber algo en la naturaleza orgánica –humana y no humana– que nos lleva ineludiblemente a acabar presentando fallos orgánicos y un rendimiento funcional más limitado. Siendo esto así, parece más que razonable sostener que el envejecimiento es un proceso natural y una característica definitoria de nuestro diseño biológico.

Se ha defendido que la explicación científica de esta naturalidad del envejecimiento se encuentra en la teoría evolutiva. Dos nombres propios destacan especialmente entre aquellos que han logrado explicar las razones biológicas del deterioro de la vejez: Peter Medawar (1915-1987) y George C. Williams (1926-2010).

La *teoría del envejecimiento por acumulación de mutaciones* de Medawar (1952) afirma que el envejecimiento es un proceso resultante de mutaciones aleatorias, y que el beneficio o la desventaja de una larga vida no tiene gran importancia en términos evolutivos. En otras palabras: en términos evolutivos, lo importante es llegar a la edad en la que te puedes reproducir; vivir más tiempo, sobre todo si ya se ha perdido esta capacidad para reproducirse, es evolutivamente indiferente. De hecho, cuanto más viejo es un organismo, menos importancia evolutiva tienen las mutaciones que sufra y, en consecuencia, menos influencia tiene la selección natural con respecto a estas. El envejecimiento no es resultado directo de la selección natural, pero está determinado por esta en tanto en cuanto es resultado de unas mutaciones que la selección «pasa por alto». El envejecimiento no es

evolutivamente relevante y, en consecuencia, no ha sido eliminado por la acción de la selección natural.

Por su parte, y en la misma época, Williams (1957) vendría a complementar perfectamente la teoría de Medawar al proponer la *hipótesis de la pleiotropía antagónica*. Según esta hipótesis, un solo gen puede producir varios rasgos fenotípicos, siendo algunos de ellos beneficiosos para el organismo y otros perjudiciales. Así, un rasgo puede ser seleccionado evolutivamente por los efectos beneficiosos que puede tener en la vida temprana de un organismo, aunque pueda tener efectos negativos en el organismo a una edad avanzada. Esa es la clave para entender el envejecimiento: un organismo envejece como resultado del efecto combinado de una serie de genes pleiotrópicos que tienen efectos beneficiosos en la edad temprana, pero efectos secundarios negativos cuando se alcanza una edad avanzada. Los signos del envejecimiento no son sino «daños colaterales» provocados por genes que han sido evolutivamente seleccionados por otros de sus efectos. El envejecimiento es la degradación natural que un organismo podría evitar solo a costa de su éxito reproductivo, lo cual, desde una perspectiva evolutiva –es decir, una perspectiva que da primacía a la reproducción– no sería eficiente (Kirkwood y Holliday, 1979). Los rasgos biológicos se seleccionan por su impacto en la capacidad reproductiva de los organismos, que tiende a alcanzar su cenit en la juventud. Si un rasgo tiene un impacto en el aumento de la capacidad reproductiva de un organismo, a pesar de tener efectos negativos a largo plazo, entonces probablemente será seleccionado evolutivamente. Así, se han identificado variaciones genéticas que pueden suponer un aumento de la fertilidad durante la juventud, pero implican graves enfermedades en etapas posreproductivas, como ocurre en los casos de la fibrosis quística o la enfermedad de Huntington (Carter y Nguyen, 2011).

En conclusión, los signos físicos que mostramos con el paso del tiempo, desde las arrugas en el rostro a las enfermedades coronarias, no serían sino el resultado inevitable de nuestra historia evolutiva. Envejecer, en el sentido 2, está inevitablemente ligado al diseño natural de los organismos. Esta fundamentación evolutiva explica por qué el envejecimiento es visto como un proceso natural que constituye un fenómeno progresivo, irreversible y universal (Glannon, 2002; Hayflick, 2007; Olshansky et al., 2002). El envejecimiento sería radicalmente diferente de las condiciones que solemos interpretar como enfermedades, ya que no implica ninguna «anormalidad». Mientras que una enfermedad sería una ruptura de la normatividad biológica –una anormalidad–, envejecer sería siempre «lo normal».

Esta forma de entender el envejecimiento encaja perfectamente con una postura que vincula de manera necesaria longevidad con decrepitud. Acumular más años implicaría siempre una mayor disposición a sufrir patologías y discapacidades porque nuestro diseño biológico se ha forjado evolutivamente de una determinada manera. Está en la naturaleza de los organismos el destino de envejecer. Todos los organismos envejecemos y finalmente morimos como resultado de nuestra evolución biológica. Sin embargo, ¿no es posible ver las cosas de otra

forma? Que nuestra historia evolutiva haya derivado en el establecimiento de mecanismos que nos hacen envejecer no implica necesariamente que estos no puedan ser corregidos o reemplazados por otros. ¿Ha de ser por fuerza el envejecimiento siempre algo progresivo, irreversible y universal? ¿No sería posible entender el envejecimiento como un fallo –o una acumulación de fallos– en el funcionamiento orgánico, similar a otras condiciones como el cáncer o las patologías sistémicas? ¿Podemos entender la vejez como una enfermedad?

RELOJES CELULARES

Muy recientemente, el escritor Juan José Millás y el paleoantropólogo Juan Luis Arsuaga plasmaban esta reflexión en un libro conjunto con el elocuente título de *La muerte contada por un sapiens a un neandertal*:

Nos encantaría descubrir que cada especie tiene un reloj biológico en sus células, un reloj que marcara el ritmo de las edades de la vida. Ser embriones, fetos, bebés, niños, preadolescentes, adolescentes, padres, menopáusicas, abuelos, bisabuelos y finalmente morir. Y nos gusta la idea porque, de existir ese reloj y si fuéramos capaces de dar con él, quizá pudiéramos pararlo y de este modo volvernos eternos. Si la muerte estuviera programada, lo único que tendríamos que hacer sería desprogramarla. (...) La alternativa a la teoría de la muerte programada (...) es la teoría Medawar/Williams (...) La muerte y la vejez, dicen ellos, no están programadas. Son simplemente el resultado de la acumulación de muchísimas mutaciones que la selección natural no ha podido eliminar a lo largo de nuestra historia evolutiva porque se expresan muy tarde, cuando ya no vive casi nadie, y quedan fuera de su radar. Y también el precio que hay que pagar por ser dioses en la juventud. (...) No hay esperanza de inmortalidad en esa teoría (Millás y Arsuaga, 2022).

Así pues, Millás y Arsuaga consideran que entender el envejecimiento como un subproducto evolutivo, como una acumulación de accidentes o de efectos indeseables que no han pasado por el tamiz de la selección natural, supone aceptar que es imposible alcanzar la inmortalidad (y, se entiende, evitar la decadencia física de la vejez). Para estos autores, no es posible encontrar un «reloj en nuestras células» porque la vejez y la muerte no están programadas, sino que son un accidente de la evolución.

Sin embargo, podría objetarse que, en realidad, este pesimismo parece justificado solamente si pensamos en lograr la inmortalidad *por vía de la selección natural*. Se puede aceptar que la vejez existe porque el filtro evolutivo de la selección natural no puede eliminarla, pero esto implica, únicamente, que no podremos alcanzar la liberación de la decrepitud «de forma natural». Sin embargo, hace ya mucho tiempo que sabemos que nuestra evolución como especie ya no está dictada exclusivamente por la selección natural. Los seres humanos

nos caracterizamos por influir de forma determinante en nuestro propio destino biológico. Somos capaces de transformar nuestros cuerpos, así como el de otros organismos, de acuerdo con ciertas metas y valores personales y culturales de una forma que supera aquello que sería objeto de la selección natural. Quizá haya cosas para las que la selección natural sea ciega, pero nosotros no lo somos. Frecuentemente aplicamos nuestro conocimiento científico y tecnológico a reparar la naturaleza. Pensemos de nuevo en los ejemplos que hemos nombrado antes de enfermedades debidas a la pleiotropía antagónica. Aunque la fibrosis quística o la enfermedad de Huntington tengan una justificación evolutiva, esto no parece convencer a nadie de que no debemos intentar combatirlos. Lo mismo podemos decir con otras enfermedades que afectan principalmente a las personas de edad avanzada, como la artrosis o el Alzheimer. Y, como defiende un número cada vez mayor de expertos, puede que podamos decir esto de la misma vejez e incluso –no será por falta de ambición– de la mismísima muerte.

Los avances de la biología han aumentado enormemente nuestra comprensión del proceso de envejecimiento y han modificado el concepto de envejecimiento en consecuencia. Así, el envejecimiento ya no se ve simplemente como paso del tiempo, sino como todo un conjunto de procesos biológicos que tienen su origen en el nivel celular de los organismos y que pueden describirse utilizando el lenguaje de la teoría biológica. «Envejecimiento», en el sentido 2 que adelantábamos en la introducción, es un término general que en realidad se refiere a fenómenos celulares específicos. En concreto, se han identificado los así llamados «nueve sellos distintivos del envejecimiento» (*nine hallmarks of aging*): alteración de la comunicación celular, senescencia celular, desregulación de la detección de nutrientes, alteraciones epigenéticas, inestabilidad genómica, pérdida de proteostasis, disfunción mitocondrial, agotamiento de las células madre y desgaste de los telómeros (López-Otín et al., 2013). Dicho en otras palabras, los expertos en envejecimiento se han atrevido ya a detectar e incluso a tratar de manipular el «reloj biológico» de Millás y Arsuaga. No es sorprendente, por tanto, que contrarrestar el envejecimiento sea hoy día una de las grandes metas de la medicina contemporánea y uno de los sueños más recurrentes de los transhumanistas. Con una inversión pública y, sobre todo, privada, que crece de forma exponencial, el envejecimiento ya forma parte de la agenda médica y científica. Uno de los expertos en envejecimiento más influyentes de la actualidad, Aubrey de Grey, ha llegado a aseverar incluso que, del mismo modo que se ha hablado de una «guerra contra el cáncer» en los últimos años para mostrar la relevancia principal del tratamiento de esta enfermedad en nuestra sociedad, deberíamos hablar ahora también de una «cruzada contra el envejecimiento» (2003). Una vez que conocemos los mecanismos celulares que subyacen tras el envejecimiento, no parece un fenómeno cualitativamente diferente del de otras enfermedades. Su cura ya no sería algo inconcebible sino, tal y como la ha definido el célebre Yuval Noah Harari, un mero «problema técnico» (2017).

GEROCIENCIA, PRAGMATISMO Y CAMBIO CONCEPTUAL

¿Significa esto que nuestra concepción tradicional de la vejez, aquella que vinculaba irremediabilmente longevidad con decrepitud, estaba equivocada? Más bien lo que parece haber sucedido es un cambio conceptual con respecto a la noción de envejecimiento.

Este cambio conceptual se explica muy bien desde el marco teórico que ofrece el pragmatismo. El pragmatismo es un movimiento filosófico originado a finales del siglo XIX en Estados Unidos, principalmente a partir de las contribuciones de los filósofos C. S. Pierce, William James y John Dewey. Las posiciones de estos autores, así como las de muchos filósofos posteriores influenciados por ellos, difieren mucho entre sí, pero, en términos generales, podemos decir que todos ellos comparten la idea de que el mundo y nuestra concepción de este son inseparables de nuestra agencia. Es decir, el pragmatismo defiende que los conceptos con los que interpretamos la realidad e intervenimos en ella dependen de nuestra interacción con esta realidad. Así, nociones como verdad, bien o belleza dejan de ser vistas como propiedades objetivas de los conceptos y se entiende que nuestra forma de comprender el mundo solo puede ser juzgada en relación con sus consecuencias. Decidir si un término, una teoría o una clasificación son válidas dependerá de su valor práctico con respecto a las metas epistémicas de aquellos que los utilizan. Esto permite al pragmatismo explicar los cambios que los conceptos experimentan a lo largo de su historia. Los términos y marcos teóricos pueden cambiar con el tiempo y, de hecho, lo hacen muy frecuentemente. El pragmatismo explica este cambio conceptual apelando al papel que los conceptos juegan con respecto a nuestras prácticas en cada momento concreto. Los cambios en estas prácticas justifican que los conceptos y teorías se maten o transformen.

De este modo, podemos decir que nuestra concepción del envejecimiento ha cambiado porque la referencia de «envejecimiento» se ha transformado en gerociencia. El papel inferencial del concepto «envejecimiento» ha cambiado con el avance del conocimiento en biología celular. Para los biólogos contemporáneos, el envejecimiento es el resultado de mecanismos celulares concretos (es decir, los citados nueve sellos distintivos). En la práctica científica, el envejecimiento no es ya un destino ineludible o una esencia definitoria de nuestra naturaleza. Los conocimientos biológicos actuales y los avances en tecnología biomédica han llevado a que la gerontología adopte el objetivo de ralentizar, detener y revertir el envejecimiento (Juengst et al., 2003). En la actualidad, el envejecimiento es un concepto técnico que está en el centro de ciertas prácticas médicas. Esto significa que los objetivos epistémicos del concepto de envejecimiento también han cambiado: el envejecimiento no es solo un concepto que sirve para entender lo que le ocurre a los organismos a partir de cierta edad, sino que también es un fenómeno biológico clave para la investigación y el diseño de tratamientos que buscan alargar y mejorar la vida.

Este cambio conceptual que supone adoptar una nueva comprensión que permite desligar el paso del tiempo del declive orgánico tiene muy importantes consecuencias. Según cómo entendamos el envejecimiento, la forma en que concibamos lo que se puede y se debe hacer con él será bien distinta. Así, si asumimos una concepción tradicional según la cual el envejecimiento es una característica esencial de nuestra naturaleza, lo esperable será pensar que incluir la prolongación de la vida como objetivo en la agenda médica supone una absurda empresa quimérica que puede incluso tener efectos perniciosos en nuestras vidas. Esta sería por ejemplo la postura del célebre politólogo Francis Fukuyama. El padre de la teoría del *fin de la historia* ha defendido en algunos de sus trabajos que tratar de vivir más tiempo podría implicar el despilfarro de recursos para terapias que no son realizables o realmente imprescindibles. Además, aun si fuera posible esta “cura de la vejez», cabe preguntarse si esta sería realmente deseable, pues podría conllevar la pérdida del carácter fugaz de nuestra existencia, algo que supuestamente dotaría de un sentido profundo a la vida humana (Fukuyama, 2002).

Como se puede imaginar, no todos los expertos comparten estos reparos de Fukuyama. De hecho, para la mayoría de ellos, una vida indefinidamente larga no supondría una falta de sentido profundo de la vida humana. Más bien, disfrutaríamos de una vida sustancialmente mejor porque trascenderíamos nuestras limitaciones biológicas (véase Kurzweil, 2005). En consonancia con esto, uno de los objetivos epistémicos del concepto actual de envejecimiento en ciencia es saber cómo es posible intervenir en este proceso celular. Esto es, tal y como nos dice el pragmatismo, el cambio en la forma en la que los científicos han empezado a tratar el envejecimiento ha supuesto un cambio de conceptualización de esta noción y, complementariamente, este cambio conceptual ha permitido pensar en nuevas prácticas científicas. Nuestros conceptos son inseparables de nuestras acciones.

CONCLUSIONES. ¿NECESITAMOS REJUVENECER NUESTRA IDEA DE ENVEJECIMIENTO?

La noción de envejecimiento, entendida en un sentido técnico, está experimentando un cambio conceptual con importantes repercusiones que solamente estamos empezando a atisbar. Se está transformando nuestra comprensión profunda de lo que significa envejecer. Una noción de envejecimiento como fallo orgánico ha sustituido a la noción tradicional de envejecimiento como un proceso natural progresivo, irreversible y universal. Este cambio conceptual ha servido para desarrollar un nuevo marco teórico para entender y tratar los procesos subyacentes tras los signos físicos de la vejez.

Así, el estado actual de la biología del envejecimiento permite entender la vejez como una condición que puede ser tratada en su propia base celular. En este sentido, el envejecimiento no es muy diferente de otras enfermedades de origen

celular y no parece haber ninguna buena razón, en principio, para no incluirlo en la agenda médica (Saborido y García-Barranquero, 2022).

Sin embargo, entender el envejecimiento como una enfermedad plantea la posibilidad de algunos escenarios problemáticos. Por ejemplo, se podría argumentar que medicalizar el envejecimiento podría llevar a la estigmatización de grandes sectores de la población que, hasta ahora, no se consideraban como enfermos. Seguramente no todo el mundo aceptará que los signos paradigmáticos de una edad avanzada sean algo patológico que debe eliminarse. Además, dar un mayor peso al tratamiento médico de la vejez (la «cruzada contra el envejecimiento» de De Grey) supondría una redistribución radical de los recursos de los sistemas sanitarios que probablemente daría lugar a profundas y muy probablemente imprevisibles transformaciones sociales. Una aproximación a las implicaciones éticas y políticas de la noción de envejecimiento como enfermedad debería tener en cuenta todas estas razones para actuar con la mayor cautela posible.

Una de las principales ventajas de interpretar un cambio conceptual de este tipo desde un enfoque pragmatista es que, al asumir que la práctica científica determina el significado de los términos que se utilizan en estas prácticas, se pone de manifiesto la importancia de las implicaciones del posible tratamiento médico del envejecimiento con respecto al marco teórico que se adopte. Cuando una noción ajena al vocabulario técnico de la medicina, como el envejecimiento, se convierte en un concepto médico, esto representa un cambio no solo en la teoría médica, sino también en la práctica de la medicina y, en un medio plazo, en la propia mentalidad popular (Saborido, 2020). Lo importante es valorar qué es lo que se gana al tratar una condición como una enfermedad. Para ello, uno de los aspectos que hay que tener en cuenta es si se trata de una condición médicamente «curable» o, por lo menos, «tratable». Este parece que puede ser el caso del envejecimiento.

Los conceptos teóricos son propensos al cambio semántico. Que esta concepción del envejecimiento que desliga la longevidad de la decrepitud sea finalmente beneficiosa es algo que aún está por verse. Sin embargo, una vez se ha contemplado la posibilidad de alcanzar el sueño de la inmunidad a los estragos del paso del tiempo, no parece plausible que la comunidad científica se contenga de intentarlo.

No nos gusta envejecer, eso está claro, pero también es cierto que la única alternativa con la que contamos actualmente nos gusta aún menos. ¿Puede esto cambiar en el futuro? Solamente se sabrá con el tiempo. Ojalá no nos pille demasiado viejos.

REFERENCIAS

CARTER, A. y A. Q. NGUYEN (2011): «Antagonistic Pleiotropy as a Widespread Mechanism for the Maintenance of Polymorphic Disease Alleles», *BMC Medical Genetics*, 12, p. 160.

- CICERÓN, M. C. (1969): *De la vejez*, Barcelona, Sopena.
- DE GREY, A. D. (2003): «The foreseeability of real anti-aging medicine: focusing the debate», *Experimental Gerontology*, 38(9), pp. 927-934.
- DIÉGUEZ, A. (2021): *Cuerpos inadecuados. El desafío transhumanista a la filosofía*, Barcelona, Herder.
- FUKUYAMA, F. (2002): *The Posthuman Future: Consequences of the Bio-Technological Revolution*, Nueva York, Farrar, Straus & Giroux.
- GLANNON, W. (2002): Extending the human life span. *The Journal of Medicine and Philosophy*, 27(3): 339-354.
- HARARI, Y.N. (2017): *Homo Deus. Breve historia del mañana*, Madrid, Debate.
- HAYFLICK, L. 2007. «Biological aging is no longer an unsolved problem», *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1100, pp. 1-13.
- JUENGST, E. T., R. H. BINSTOCK, M. MEHLMAN, S. G. POST y P. WHITEHOUSE (2003): «Biogerontology, "anti-aging medicine" and the challenges of human enhancement», *Hastings Center Report*, 33(4), pp. 21-30.
- KIRKWOOD, T. B. y R. HOLLIDAY, R. (1979): «The evolution of ageing and longevity», *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences*, 205(1161), pp. 531-546.
- KURZWEIL, R. (2005): *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*, Nueva York, Penguin.
- LÓPEZ-OTÍN, C., M. A. BLASCO, L. PARTRIDGE, M. SERRANO y G. KROEMER (2013): «The hallmarks of aging», *Cell*, 153(6), pp. 1194-1217.
- MEDAWAR, P. B. (1952): *An Unsolved Problem of Biology*, Londres, Lewis.
- MILLÁS, J. J. y J. L. ARSUAGA (2022): *La muerte contada por un sapiens a un neandertal*, Madrid, Alfabeta.
- OLSHANSKY, S. J., L. HAYFLICK y B. A. CARNES. (2002): «No truth to the fountain of youth», *Scientific American*, 286(6), pp. 92-95.
- SABORIDO, C. (2020): *Filosofía de la medicina*, Madrid, Tecnos.
- SABORIDO, C. y P. GARCÍA-BARRANQUERO (2022): «Is aging a disease? The theoretical definition of aging in the light of the philosophy of medicine», *The Journal of Medicine and Philosophy*, en prensa.
- WILLIAMS, G. C. (1957): «Pleiotropy, natural selection and the evolution of senescence», *Evolution*, 11(4), pp. 398-411.
- ZAMORA, J. (2021): *Contra apocalípticos: Ecologismo, Animalismo, Posthumanismo*, Barcelona, Shackleton Books.

.....
CRISTIAN SABORIDO es profesor del Departamento de Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia de la UNED. Es autor de *Filosofía de la medicina* (Ed. Tecnos 2020), así como de varias publicaciones en compilaciones y revistas de investigación. Además, colabora frecuentemente en medios de divulgación científica y forma parte de diversos comités de bioética.