

AUTORES

TÍTULO

ISSN

DOI

ISSN

Handle

ENLACES

CRISPR/Cas9: la mitología genomizada

CRISPR/Cas9: genomicized mythology

Martha Alicia Mora Barbosa
Universidad Nacional Autónoma de México
ORCID: 0009-0008-7022-8170

Ricardo Noguera Solano
Universidad Nacional Autónoma de México
ORCID: 0000-0001-6463-908X

Resumen

El deseo de mejoramiento humano ha interesado a la sociedad a lo largo de la historia. Los mitos contienen gran parte de esos anhelos, al renovarse con el tiempo y adquirir nuevos matices. En este trabajo mostramos cómo los elementos ligados a los deseos de inmortalidad del viejo mito sumerio de la Epopeya de Gilgamesh renacen en los nuevos deseos construidos en torno a CRISPR/Cas9. Esta es una herramienta exitosa de la biología molecular, visible en las reflexiones del transhumanismo, relacionadas con el deseo de la amortalidad, de la eterna juventud y de erradicar las enfermedades del ser humano.

Abstract

The desire for human enhancement has interested humanity throughout history. Myths contain a significant portion of these aspirations, evolving and taking on new nuances. In this work, we demonstrate how elements linked to the desires for immortality from the ancient Sumerian myth of the Epic of Gilgamesh are reborn in the new desires constructed around CRISPR/Cas9. This successful tool of molecular biology is evident in the reflections of transhumanism related to the longing for amortality, eternal youth, dying young, and eradicating human diseases.

Palabras clave

Mejoramiento humano, mitos, CRISPR/Cas9, edición genética, dilemas éticos, avances científicos.

Keywords

Human enhancement, myths, CRISPR/Cas9, gene editing, ethical dilemmas, scientific advances.

Fecha de recepción: junio 2023
Fecha de aprobación: octubre 2023

Introducción

El mito de Gilgamesh es considerado como la primera obra literaria de la historia. En él se lee: “Un secreto de los dioses, se trata de una planta con la raíz semejante a la del falso jazmín y cuyas espinas son como las de la zarza. Listas para pincharte las manos. Si consigues hacerte con ella, habrás encontrado la vida prolongada”.¹

Con estas palabras, tomadas del mito² sumerio, podemos ver que el deseo de superar la muerte ha estado presente en la humanidad, desde sus orígenes. En esta antigua epopeya nos narran no solo las gestas y el poderío del joven monarca de Uruk, sino que además nos muestran cómo emerge, en su temperamento, la inquietud y la angustia ante el inevitable destino de la muerte. Además, este relato evidencia el deseo por alcanzar la inmortalidad al rebasar los límites que la naturaleza impone a los seres humanos.

Investigadores como Germain, Stella y Webster ya han expuesto la influencia que este relato ha dejado, a lo largo del tiempo, en los textos más importantes de la Grecia antigua, como en los poemas homéricos de la *Ilíada* y la *Odisea*.³ Además de señalar semejanzas con los relatos griegos de Glau-

¹ Jean Bottero, *La epopeya de Gilgamesh: El gran hombre que no quería morir* (Madrid: Akal, 2007), 198.

² Para este texto consideramos las perspectivas de Sigmund Freud y Otto Rank sobre el mito de Gilgamesh, lo que nos permite vislumbrar cómo CRISPR/Cas9 podría inspirar una reimaginación de esta antigua historia. Desde estos enfoques, los mitos como el de la inmortalidad, o por lo menos el de la prolongación de la juventud, se interpretan como manifestaciones de la psicología proyectada hacia el mundo exterior. Sigmund Freud, *Psicopatología de la vida cotidiana* (Buenos Aires: Amorrortu, 1905). De acuerdo con Otto Rank, los mitos se asemejan a los sueños al revelar emociones, ansiedades y deseos reprimidos en la vida cotidiana, a través de la imaginación. Otto Rank, *El mito del nacimiento del héroe* (Buenos Aires: Paidós, 1961). En consecuencia, a lo largo de este texto, analizamos crísp/Cas9 a la luz de esta función del mito, pensando que los descubrimientos científicos y quienes los realizan pueden ocupar, en el imaginario social, un lugar semejante al de los héroes de los mitos. Enrique Luque, “Viejos y nuevos mitos”, *Reis*, n.º 93, (2001). Lo que nos lleva a reflexionar cómo los mitos o su reinterpretación moldean parte de nuestras decisiones y nuestra historia.

³ Gabriel Germain, *Genèse de l'Odyssee* (París: Presses Universitaires de France, 1954); Stella Luigia Achillea, *Il poema di Ulisse* (Florenca: La nuova Italia, 1955); Thomas Bertram Lonsdale Webster, *From Mycenae to Homer* (Londres: Cambridge University Press, 1958).

co de Antedón,⁴ Glauco de Potnias⁵ y Glauco de Minos,⁶ entre otros. Incluso se menciona el impacto del mito sumerio en la Biblia hebrea. Con lo anterior, podemos observar una tradición de aspiraciones humanas que trascienden las barreras de la cultura y el tiempo.⁷

En el escenario contemporáneo, emerge una herramienta que resuena con este anhelo ancestral: la tecnología CRISPR/Cas9, por sus siglas en inglés, *clustered regularly interspaced short palindromic repeats* (repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente espaciadas, en español). Esta técnica permite la manipulación precisa del genoma humano, con lo que se abre la posibilidad de ventanas inexploradas para el hipotético mejoramiento de nuestras características genéticas y, por extensión, de nuestros rasgos fenotípicos (fisiológicos, anatómicos y conductuales). Esta herramienta futurista está dirigida tanto para eliminar las enfermedades como para aumentar los años de vida de las próximas generaciones humanas. Lo que una vez parecía pertenecer al territorio de la ciencia ficción, CRISPR/Cas9 promete hacerlo realidad.

En el cruce de caminos entre la eterna búsqueda ancestral de la inmortalidad que encarna Gilgamesh y el tiempo revolucionario de CRISPR/Cas9, surgen algunas preguntas que no pueden ser impostergables: ¿podemos considerar a CRISPR/Cas9 como una herramienta efectiva de la ciencia moderna o hasta dónde es una renovación modernizada del mito de Gilgamesh?, ¿es posible que con este instrumento la modificación de genes concrete el anhelo de superar la muerte?

Las semejanzas entre los deseos sobre la inmortalidad (entendida como mayor longevidad), el deseo de formar seres humanos perfectos que contiene

⁴ Glauco de Antedón era un pescador de la ciudad de Antedón, en Beocia, quien adquirió la inmortalidad tras comer una planta maravillosa y se convirtió en una divinidad marina. Esta influencia puede leerse en Helena Rodríguez, “La planta de la inmortalidad en Grecia y el mito de Glauco de Antedón”, *EPOS* n.º XXII (2006).

⁵ Glauco de Potnias era hijo de Sísifo y fue rey de Corinto. En algunas versiones es devorado por sus yeguas, pero, en otras, se convierte en dios marino. Cuando se encontró por azar con la fuente de la inmortalidad, se lanzó a ella con el afán de obtener la condición inmortal, pero, al no poder demostrar a nadie que poseía dicha condición fue arrojado al mar. Desde entonces Glauco, una vez al año, recorre todas las orillas y las islas, junto a otros monstruos marinos, y predice solamente desgracias. *Ibíd.*

⁶ Glauco de Minos fue hijo de Minos, rey de Creta. Cuando era niño cayó en una tinaja de miel y murió. Minos consulta a los oráculos y Apolo le enuncia que podrá resucitar a su hijo aquel hombre que sepa resolver un determinado enigma. Poliido lo soluciona y Minos lo encierra junto con el cadáver de Glauco. Una serpiente se aparece en el lugar, pero el adivino la mata para proteger el cadáver del niño, por lo que llega otra serpiente, la cual al ver que la primera está muerta, se va y vuelve con una planta para resucitarla. Poliido, al ver esto, toma la hierba y la frota en el cuerpo de Glauco y, así, este resucita. *Ibíd.*

⁷ *Ibíd.*

la narrativa sobre CRISPR o CRISPR/Cas9), así como la epopeya de Gilgamesh ha sido brevemente mencionada con anterioridad por otros autores.⁸

Indagar al respecto nos enfrenta a una reflexión ética y nos lleva a preguntarnos seriamente sobre el deseo de humanidad por la inmortalidad, y cómo se presenta ante el avance de la ciencia y la biotecnología actual. Es por este motivo que el mito de Gilgamesh nos invita a cuestionarnos, al mismo tiempo, acerca de la modificación genética, sus límites y las posibles consecuencias de nuestras decisiones sobre la edición de genes.

Al hacer este tipo de cuestionamientos, suele hablarse de la línea divisoria entre un deseo genuino de transformación y la aspiración de algunas personas a jugar a ser dioses; asimismo, siempre surge la pregunta: ¿cuáles serían las consecuencias en la sociedad y en la cultura que podrían presentarse al manipular el patrimonio genético de las futuras generaciones?

Por todo lo mencionado antes, en este artículo, reflexionaremos en torno a la cautivadora intersección entre el antiguo mito sumerio de Gilgamesh y la innovadora técnica de edición genética CRISPR/Cas9. A partir de este análisis, exploramos cómo este mito puede ofrecernos una perspectiva crítica y ética, relacionada con la aplicación de la edición genética en las futuras generaciones humanas. Así que es imprescindible reflexionar sobre los dilemas éticos que surgen y las posibles implicaciones que puedan presentarse a largo plazo como consecuencia de la manipulación del acervo genético de la humanidad. En concreto, esta mirada crítica nos enfrenta a la indispensable labor de evaluar el avance científico con el debido respeto a la propia naturaleza humana.

El mito de Gilgamesh: un deseo inmortal

En las raíces de la historia de la humanidad yace la antigua civilización sumeria, y es precisamente allí donde se ha encontrado el primer relato escrito que inaugura nuestra cultura: la epopeya de Gilgamesh. Esta obra, tallada en doce tablillas de arcilla y fragmentada, nos cuenta la historia del poderoso rey de Uruk, en la región de Mesopotamia. Más allá de ser considerado un simple relato de proezas y hazañas, esta narración nos revela algunas profundidades de la condición humana al abordar temas relevantes como la amistad, la in-

⁸ Cecilio Raúl Berzosa Martínez, “¿De homínidos a post-Humanos? Algunos desafíos del Transhumanismo”, *Razón y Fe* 279, n.º 1437 (2019); John E. Morley, “Senolytics: The Modern Snake Oil?”, *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, n.º 23 (2019); Yeltsin Smit Amaro Sanchez, “Transhumanismo biotecnológico: El futuro de la evolución humana” (tesis de fin de grado, Universidad de la Laguna, 2019); Teresa Sánchez Sánchez, “La edición del genoma: Del *homo Excelsior* al *homo Excelsior*; Una reflexión gen-ética”, *Diálogo Filosófico* 35, n.º 103 (2019); Mijail Savitsky, et al., “Humanization of *Drosophila* Gao to model GNAO1 pediatric encephalopathies”, *Biomedicine* 8, n.º 10 (2020); Engelbert Thaler, “Transhumanism in Language Teaching”, en *Teaching Transhumanism*, ed. por Narr Francke Attempto Verlag (Tübingen: Narr, 2021).

mortalidad, la trascendencia y el sentido de la existencia. Para nuestro análisis, el tema de interés es el surgimiento del deseo de inmortalidad en un ser humano que, a pesar de ser joven, estar sano y tener un reino, estaba destinado a morir como cualquier otro.

El secreto sobre la inmortalidad irrumpe en esta narración como el punto central de las empresas del héroe monarca y del sentido final del mito. En la tablilla VII de la historia muere Enkidu, el amigo de Gilgamesh. Enkidu era un hombre salvaje y feroz, guerrero, concebido y enviado por los dioses como respuesta al clamor de su propio pueblo enojado por los abusos del gobernante. La propuesta divina consistía en que Gilgamesh y Enkidu se enfrentaran y, finalmente, este último aniquilara al monarca de Uruk.

Sin embargo, el relato refiere que la relación entre estos primeros antagonistas de la literatura universal se aleja del pronóstico de los dioses y juntos viven grandes aventuras y desafíos con lo que construyen un fuerte vínculo amistoso y de mutua lealtad. En el viaje que ambos personajes emprenden se enfrentan a conflictos con diversos demonios y algunas divas. El final de dicho viaje se presenta cuando juntos derrotan a una bestia divina. Tal y como se piensa, el enojo de los dioses fue mayúsculo al ver que su plan para acabar con Gilgamesh se había convertido en el mejor de sus amigos, por lo que acordaron que era preferible acabar con ese proyecto y matan a Enkidu.

Tal y como lo plantea este mito, nos sorprenden dos cosas: la primera de ellas, es el giro que dan las acciones hechas por el implacable rey con el bravío Enkidu y, lo segundo, las preguntas inquietantes que surgen después de ese acto. Surgen preguntas sobre la predestinación idealista o el determinismo materialista. En el primer caso, se realizan cuestionamientos sobre la influencia de los dioses en las vidas humanas: ¿los dioses son simples espectadores de la existencia humana o influyen directamente en los destinos individuales? Y, en segundo lugar, cuando los dioses muestran su poderío ante los humanos al enviar un castigo que no tiene remedio (la muerte) nos hace preguntarnos si ¿los seres humanos tienen la capacidad de alterar los designios divinos? Y más específicamente, sobre el segundo caso, ¿los humanos estamos atrapados en las regularidades de la naturaleza como la duplicación del ADN y las mutaciones?, ¿estamos condenados al envejecimiento de nuestras células y nuestro ADN?, o ¿es que el ser humano tiene, por su propia constitución racional, la posibilidad de conocer, dominar e incluso alterar y controlar estas regularidades fundamentales?

La muerte del enviado de los dioses, Enkidu, nos enfrenta con la realidad de nuestra existencia. La dualidad entre las fuerzas superiores y la voluntad humana hace que nos preguntemos sobre los límites de nuestras propias vidas y la inevitabilidad de eventos como la enfermedad y la muerte.

Gilgamesh, al haber perdido repentinamente a su mejor amigo, se muestra profundamente triste. Se angustia al darse cuenta de que él, al igual que Enkidu, es un ser mortal, que habrá de tener el mismo destino que su amigo y que toda la humanidad habrá de enfrentarse con la muerte en algún momento.

A partir de ese momento, tanto la muerte como la angustia existencial de Gilgamesh se convierten en el núcleo de la epopeya, señalado en la tablilla IX, columna i: “Por su amigo, Enkidu, Gilgamesh lloraba amargamente y erraba por la estepa. ¿No moriré acaso yo también como Enkidu? Me ha entrado en el vientre la ansiedad”.⁹ Desde ese instante, el joven monarca decide emprender otro viaje, en esta ocasión para buscar la inmortalidad.

Luego de haber superado una serie de sucesos y al ser protegido por el dios Samas, así como de seguir las indicaciones de la tabernera Siduri, Gilgamesh finalmente logra cruzar el Mar de la Muerte. Su destino era encontrarse con Utanapístim, un hombre que, por designio divino, resultó ser el único sobreviviente del diluvio enviado por los dioses y, gracias a la voluntad y benevolencia del dios Enlil, obtuvo la inmortalidad. El monarca de Uruk estaba asombrado por no encontrar ningún aspecto fuera de lo común que lo hubiera diferenciado de los demás seres humanos y de que él no hubiera recibido el don de la inmortalidad. Así que le solicitó a Utanapístim que le revelara el ansiado secreto. Antes de revelarle cómo podría alcanzar la juventud eterna, el único ser inmortal sobre la tierra, le explica que él ha tenido que dejar atrás el mundo que conocía y alejarse de todos los seres mortales. Con lo que asienta el alto costo que conlleva superar las condiciones naturales humanas.

Lo anterior es una importante revelación, ya que pone sobre la mesa un dilema que trasciende el mito antiguo y hace eco en las discusiones contemporáneas sobre la tecnología y la edición genética. De ese modo, el mito de Gilgamesh converge con el presente a través de la tecnología CRISPR/Cas9, una herramienta de edición genética que desafía los límites de la vida humana. Pero ¿qué costo se tendría que pagar?, ¿cuáles serían las consecuencias actuales no solo para los futuros humanos editados genéticamente, sino para aquellos que no serán intervenidos de manera genética?, ¿cuáles serían los resultados para la sociedad en general?

Esta técnica plantea la posibilidad de prolongar la vida y eliminar enfermedades genéticas (tanto hereditarias como congénitas), lo que nos enfrenta nuevamente a la interrogante ancestral: ¿la inmortalidad es deseable? A medida que la ciencia avanza, aceleradamente, hacia lograr la manipulación del genoma humano, el mito de Gilgamesh nos recuerda que la búsqueda de la inmortalidad no se trata, tan solo, de una cuestión científica, sino que nos presenta un dilema profundamente ético y filosófico.

⁹ Jorge Silva Castillo, *Gilgamesh o la angustia por la muerte* (Ciudad de México: El Colegio de México, 2000), 137.

En este sentido, el entretejido, entre el pasado y el presente, nos invita a ahondar en la pregunta fundamental: ¿qué estamos dispuestos a ceder ante la búsqueda de nuestros anhelos más profundos? Si regresamos al mito, la narración nos indica que, para poder conseguir la inmortalidad, el monarca de Uruk debe permanecer despierto durante seis días y siete noches, un desafío que no puede enfrentar ni superar el joven Gilgamesh. Esta situación evoca los logros que pueden surgir a partir de los esfuerzos humanos. En la tablilla XI Utanapíshtim pronuncia: “¡Cómo es débil la inconstante humanidad!”.¹⁰ Esta situación nos señala que el protagonista, a pesar de tener el anhelo intenso de trascender, no pone en juego sus capacidades humanas, sino que espera a que otro le proporcione una solución fácil y rápida que lo tranquilice ante su inevitable finitud.

Al final de la tablilla XI, Utanapíshtim termina por revelar al monarca el secreto divino: la existencia de la planta maravillosa, “cuya raíz es como la del espino, como púas del rosal te punzará. Pero si tu mano se apodera de esa planta, rejuvenecerás”.¹¹ Luego le da instrucciones para conseguirla en las profundidades del mar. El rey de Uruk, con gran alegría, la obtiene y la bautiza como Rejuvenece-el hombre-viejo, no obstante, no logra conservarla. Una serpiente se apodera de la planta y escapa con ella, al irse, deja su piel como muestra del poder de la planta.

Respecto a esta escena, surgen las siguientes preguntas: ¿hay algo dentro de la propia naturaleza que impide que se desvíe el curso de las condiciones biológicas humanas?, ¿actualmente cuáles podrían ser los obstáculos que nieguen los avances de la técnica promisorio CRISPR/Cas9?

En este cruce entre pasado y presente, el mito de Gilgamesh invita a hacer una profunda reflexión sobre la condición humana y nuestra relación con la mortalidad. Finalmente, el rey vuelve a casa y, después de dicha experiencia, parece que acepta la realidad: la condición finita de todos los humanos. Reconoce que él no perdurará por ser inmortal, sino que será a partir de sus obras materiales y el legado que pueda dejar en la historia de la humanidad. De esa manera, deja atrás la solución externa y fácil, con lo que logra sostener su trascendencia en las propias capacidades humanas, desarrolladas durante su vida. Y es así como consigue prevalecer.

Como consecuencia, este mito nos lleva a preguntarnos si la inmortalidad representa el camino hacia la trascendencia o es más bien un intento para eludir las realidades esenciales de la vida. Si nos sumergimos en las tensiones entre las aspiraciones de Gilgamesh y las oportunidades tecnológicas con-

¹⁰ *Ibíd.*, 174.

¹¹ *Ibíd.*, 179.

temporáneas, las cuales adecúan el transhumanismo tecnocientífico para sus propuestas, resultan preguntas cruciales: ¿acaso CRISPR/Cas9 podría ser interpretado como la versión moderna de la planta marina que da la inmortalidad?, ¿será el secreto que calmará nuestra angustia ante la muerte?, ¿qué implicaciones éticas conllevaría esto? Y ¿cuál sería el símil de la serpiente que impida que los humanos sean inmortales a partir de la edición genética?, ¿será acaso la variabilidad inherente a esas hebras serpentinas de ADN las que continuamente rompan el deseo anhelado de la inmortalidad? Recordemos que las hebras de ADN y ARN han evolucionado durante más de 3 800 millones de años, en los que la variación también ha sido una regularidad, más que una excepción.

A medida que se exploran los alcances de la ciencia y la tecnología, en la búsqueda de una existencia que nos haga hiperlongevos, tal como lo plantea el transhumanismo expuesto por íconos de esta corriente como Nick Bostrom y David Pearce,¹² esta antigua narración nos exhorta a analizar no solo estos adelantos inimaginables en otro tiempo, sino también a pensar en las implicaciones sociales y filosóficas que emergen al desafiar la misma naturaleza de la experiencia humana.

CRISPR/Cas9: ¿hebras de la inmortalidad?

“Tenemos una herramienta que se puede usar para controlar la evolución humana”.¹³ Con estas poderosas palabras, pronunciadas por Jennifer Doudna, se presenta, en el escenario científico y tecnológico, un avance sin precedentes del que ha sido testigo la humanidad: la técnica de edición de genes CRISPR/Cas9. Esta herramienta ha superado el panorama de la ingeniería genética por ser capaz de modificar la herencia genética de cualquier ser vivo en nuestro planeta, incluido el de los seres humanos, con precisión y control.

Ahora, los científicos se encuentran capacitados para transformar el patrimonio genético, lo que hace evidente tanto el contraste como la relación de CRISPR/Cas9 con los mitos ancestrales. Como observamos en el mito de Gilgamesh, en la antigüedad, solamente los dioses y los seres inmortales ostentaban el poder de evitar la muerte, contrario a lo que sucede actualmente, pues la inmortalidad y el control sobre las enfermedades reside en el perfeccionamiento de CRISPR/Cas9.

¹² Nick Bostrom, *Intensive Seminar on Transhumanism* (New Haven CT: Yale University, 2003); David Pearce, *Can Biotechnology Abolish Suffering?* (North Caroline: The Neuroethics Foundation, 2017).

¹³ Ana Hernando, “Tenemos una herramienta que se puede usar para controlar la evolución humana,” *SINC*, 1 de julio de 2017.

CRISPR en conjunto con la endonucleasa Cas9 constituyen el sistema de edición genética CRISPR/Cas9.¹⁴ Esta revolucionaria herramienta de edición genética, construida como tal en 2012, fue precedida por una breve y significativa historia que inició las investigaciones con el cromosoma de la bacteria intestinal *Escherichia coli*, del equipo de Yoshizumi Ishino, en el que se detectaron repeticiones atípicas sin explicación aparente, en 1987.¹⁵

Algunos años más tarde, en 1993, Juan Martínez Mojica habría de descubrir en las arqueas *Haloferax mediterranei*, en la Salinas *Port Solar Brast* del Pueblo de Santa Pola, Alicante, repeticiones de secuencias en estos procariontes, que también se presentaban de forma regular. La intriga que permanecía era la existencia de intervalos entre cada una de las repeticiones en la cadena de ADN.

Luego, a partir de la colaboración con el equipo holandés liderado por Ruud Jansen, se pudieron desvelar dos cosas. Primero, se identificó la relación entre las nucleasas Cas y las repeticiones que bautizaron con el nombre de CRISPR. Y, la segunda, a medida que avanzó la investigación, Martínez Mojica descubrió que los espaciadores entre las repeticiones contenían información genética de virus que habían infectado previamente a las bacterias. Dicha información actuaba como una especie de memoria inmunológica, lo que permitía que las bacterias identificaran y eliminaran eficazmente a los virus que intentaban infectarla de nuevo. Cada vez que los virus eran detectados, debido a que dicha información se encontraba registrada en su ADN, las bacterias la identificaban, la cortaban y la destruían.¹⁶

La revelación de que el sistema CRISPR/Cas en realidad era un sistema inmunológico bacteriano resultó ser un fascinante regalo evolutivo de la naturaleza. Sin embargo, aún no llegaba el desarrollo más trascendental que se daría a inicios de la segunda década del siglo XXI, arrojado por las investigaciones de dos científicas destacadas: Jennifer Doudna y Emmanuel Charpentier en sus respectivos laboratorios se habrían de realizar avances cruciales. El trabajo del equipo de la microbióloga y bioquímica francesa Emmanuel Charpentier inició develando que la nucleasa Cas9 desempeñaba un papel central en el corte del material genético viral, esto en colaboración con el ARN de crisper y el ARNtracr. A partir de ahí, la intervención humana daba inicio para catapultar el sistema de defensa bacteriano que llevó a la bioquímica estadounidense Jennifer Doudna a corroborar que la información genética de los

¹⁴ Jennifer Doudna y Samuel H. Sternberg, *Una grieta en la creación* (Madrid: Alianza, 2017), 121.

¹⁵ Yoshizumi Ishino et al., "Nucleotide Sequence of the *iap* Gene, Responsible for Alkaline Phosphatase Isozyme Conversion in *Escherichia coli*, and Identification of the Gene Product", *Journal of Bacteriology* 169, n.º 12 (1987).

¹⁶ Lluís Montoliu, *Editando genes: Recorta, pega y colorea* (Pamplona: Next Door Publishers, 2020).

seres vivos podría ser modificada mediante esta herramienta y, así, permitir el corte y el empalme de los genes deseados: “Proponemos una metodología alternativa, basada en Cas9 programada por ARN con un considerable potencial en aplicación para la detección de secuencias específicas de ADN y la edición del genoma”.¹⁷

Podemos decir que en ese momento se inaugura la renovación del deseo de superar los límites biológicos en nuestra naturaleza. Esto ya que la investigación y las aplicaciones de la novedosa y potente técnica CRISPR/Cas9 han puesto en juego posibilidades inimaginables, las cuales podrían eliminar aquellas enfermedades que antes nos llevaban a la muerte, al aprovechar su eficiencia, disponibilidad, facilidad de uso y menor costo. Por todas estas razones, la manipulación del futuro patrimonio genético de la humanidad se podrá realizar en las líneas somática y germinal.

Respecto a la línea somática, se afecta exclusivamente a las células de un individuo en el que se esté tratando de corregir o prevenir padecimientos, tales como la enfermedad de Tay Sachs, la Corea de Huntington, la hemofilia, la anemia falciforme, la distrofia muscular de Duchenne y Becker y la neurofibromatosis tipo 1.

Los padecimientos mencionados son enfermedades que se producen por la alteración de un solo gen y representan alrededor del 1 % de los niños nacidos vivos. De esa forma, las enfermedades multigénicas; es decir, las que se originan por la interacción de varios genes aún son muy difíciles de prevenir, y es mucho más complicado con las multifactoriales que se generan por la interacción de los genes y del ambiente. A pesar de estos datos, se ha considerado la edición de genes como el avance que, eventualmente, eliminará de manera definitiva las enfermedades.

De forma sorprendentemente rápida, CRISPR/Cas9 también se convirtió en la herramienta de exploración en el ámbito embrionario, tanto para fines de investigación como para fines reproductivos. Por ende, en el 2018, el investigador chino He Jiankui anunció que había llevado a cabo la edición genética en un par de gemelas chinas, en el gen CCR5, con el objetivo de prevenir la posible adquisición del VIH.¹⁸

Así, CRISPR/Cas9 se ha convertido en una promesa para corregir los genes relacionados con las enfermedades, las dolencias y la muerte. En este sentido, la potencialidad de CRISPR/Cas9 comparte con la planta de la juventud —del

¹⁷ Martín Jinek et al., “A programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity,” *Science* 337, n.º 9066 (2012): 6 (traducción de los autores).

¹⁸ The He Lab, “About Lulu and Nana: Twin Girls Born Healthy After Gene Surgery as Single-Cell Embryos”, video de YouTube, 4:43, publicado el 25 de noviembre de 2018.

mito de Gilgamesh— la promesa de que los seres humanos vivan jóvenes eternamente, una vez que la “tijera molecular” se haya perfeccionado y se logre con precisión pegar la información genética deseada en el lugar exacto.

Entre el mito y la biotecnología: el futuro de la humanidad

Como en el mito del ave fénix, los deseos más profundos descritos en el ancestral mito de Gilgamesh renacen en la innovadora y vanguardista herramienta biotecnológica de edición de genes CRISPR/Cas9. Esa convergencia entre el mito y la herramienta nos brinda la oportunidad de explorar los diversos dilemas éticos y filosóficos a los que nos enfrenta el deseo de la inmortalidad, así como a considerar la posibilidad que, a diferencia del pasado, esta vez pueda concretarse, a través del diseño y de la manipulación genética humana. Los cuestionamientos que se forman ante esta relación resultan muy significativos debido a que rebasan las fronteras del conocimiento científico y biotecnológico para internarse en el terreno de los valores humanos, de la ética y de la bioética contemporánea.

Es esencial notar la importancia que tiene que, desde los primeros escritos de la historia de la humanidad, se haya abordado el deseo de alcanzar la inmortalidad, dado que con esto se demuestra que dicho anhelo ha acompañado al ser humano a lo largo de su existencia. Entonces, la llegada de CRISPR/Cas9 nos permite, actualmente, reconocer este deseo latente en los humanos e identificar la renovación del mito mesopotámico.

Hemos visto que, a pesar de su poder, el angustiado rey sumerio no logra obtener el secreto divino para vivir eternamente. Del mismo modo, CRISPR/Cas9 no garantiza el fin de la muerte a los futuros humanos que se editen genéticamente, puesto que podrían encontrar la muerte de forma accidental, por actos voluntarios o ajenos.

Por otro lado, a Gilgamesh se le revela la existencia de una planta, fruto de la naturaleza, que debe buscarse en el fondo del mar, con la que se le otorgaría la eterna juventud. De manera semejante, como una gran coincidencia, los científicos encontraron el origen de la herramienta genética CRISPR/Cas9 en las aguas del mar y ahora buscan eliminar las enfermedades que nos han aquejado. Lo que quieren es posibilitar que los humanos editados genéticamente vivan jóvenes por más tiempo, a medida que la técnica se vaya perfeccionando.

Además de estas similitudes, hemos observado las profundas consecuencias que debió enfrentar el único ser inmortal de la epopeya en cuestión. Utanapish-tim tuvo que abandonar la vida tal como la conoció y alejarse de un mundo que le era familiar. Por lo tanto, nos es conveniente considerar si es deseable que los futuros humanos, editados genéticamente, experimenten situaciones semejantes. Es decir, ¿es deseable vivir una vida más larga, pero apartados del mundo que conocemos?

Debemos dedicar un tiempo para reflexionar seriamente al respecto, especialmente, porque a finales de la segunda década de este siglo, hemos sido testigos de los inimaginables avances y aplicaciones de la biotecnología genética que representa CRISPR/Cas9, como lo evidencia la edición genética de tres bebés en China.

Este hecho ejemplifica la capacidad que tiene CRISPR/Cas9, pues coloca a los investigadores en una posición muy parecida a la que ocuparon los dioses en la mitología de Gilgamesh, al poder manipular las condiciones de vida. Esto nos muestra la responsabilidad que implica tener este control sobre la evolución de las futuras generaciones. Desde este contexto, se abren importantes situaciones, entre ellas, la posibilidad de que la manipulación del patrimonio genético humano transite por un terreno borroso, en el que sea difícil identificar entre los cambios que se realizarían con fines terapéuticos de aquellos destinados a solo mejorar las características humanas, tal como los conocemos hasta ahora.

De este modo, CRISPR/Cas9 nos podría brindar la posibilidad de vivir más tiempo en un estado de juventud prolongado y, además, ofrecería a los padres la posibilidad de elegir las características de sus futuros hijos, conocidos ahora como *bebés a la carta*. Este enfoque de *biomejoramiento humano* representa un hito significativo en el camino hacia el transhumanismo. Entre los defensores del *mejoramiento humano*, mediante modificaciones biológicas y genéticas, encontramos a figuras destacadas como Julian Savulescu, John Harris y George Church.¹⁹

Para Savulescu, filósofo y bioeticista australiano, la idea de *jugar a ser Dios* no es nueva, puesto que los seres humanos, a lo largo de su historia, han intentado asumir ese papel a través de la aplicación de tratamientos contra el cáncer, al utilizar la epidural durante el parto o al desarrollar vacunas. Desde su perspectiva, es una obligación ocupar la tecnología genética de nuestro tiempo para que las personas vivan mejor y sostiene que la *beneficencia procreativa* es un deber que tienen los padres para darles mejores oportunidades de vida a sus hijos.²⁰

En este sentido, es conveniente tener en cuenta que los humanos editados genéticamente, en el futuro, no solo adquirirán esos cambios, sino que dichas modificaciones se heredarán a todos sus descendientes. Un escenario de tal magnitud nos lleva a las preguntas inevitables: ¿deben modificarse los fu-

¹⁹ Julian Savulescu, *Decisiones peligrosas* (Madrid: Tecnos, 2012); John Harris, *Enhancing Evolution: The Ethical Case for Making Better People* (Princeton: Princeton University Press, 2007); George Church, *Regenesis: How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves* (Nueva York: Basic Books, 2012).

²⁰ Judith de Jorge, “Claro que debemos jugar a ser Dios”, *ABC Ciencia*, 3 de junio de 2019.

turos humanos para ser más altos, más inteligentes o más guapos?, ¿qué modificaciones genéticas podrían potencializar su productividad y resistencia a las exigencias del mundo futuro?, ¿habrá que perfeccionarlos para ser mejores artistas o más empáticos? Ante semejante posibilidad ¿hasta qué momento es conveniente intervenir en la naturaleza? Y, por último, ¿qué es lo que apuesta la humanidad al *jugar a ser Dios* en función de la responsabilidad hacia la propia existencia?

Aunado a todo lo anterior, se encuentran los dilemas éticos relacionados con la experimentación de embriones humanos, pues difícilmente se puede perfeccionar la técnica, sin pasar por un proceso de investigación y experimentación. Como sabemos, en la actualidad, existen restricciones y prohibiciones para hacer pruebas con embriones humanos.

La capacidad de modificación genética promueve un gran entusiasmo, entre la población, por el alivio en las enfermedades y la prolongación de la vida; sin embargo, encontramos, en nuestra línea de reflexión, que puede verse afectada la autenticidad de la identidad de los individuos editados genéticamente. Al manipular a discreción el ADN humano, se podría estar interviniendo en su individualidad. El desarrollo de nuestras capacidades y características humanas surge con base en lo que nos es dado a partir de la lotería genética. ¿Cómo podríamos ser quienes somos al superar todas las dificultades y las limitaciones que de forma natural poseemos?, ¿quién definiría entonces nuestros deseos, desarrollo y compromisos, motivos de nuestro profundo sentido de identidad?, ¿al ser manipulados genéticamente las futuras generaciones podrían pasar de ser fines por sí mismos a ser medios al servicio de otros humanos?

Las consideraciones anteriores nos llevan al ámbito de las desigualdades puesto que desconocemos quiénes podrían acceder a la prevención de enfermedades o mejoras genéticas de su descendencia con CRISPR/Cas9. ¿Esta tecnología será accesible para todos los humanos? De no ser así, es necesario contemplar las alternativas para saber cómo podríamos evitar que el uso de CRISPR/Cas9 no agudice las desigualdades ya existentes en el ámbito social y económico en el mundo, así como saber qué garantía hay de que no sea utilizada para fines destructivos o de productividad indiscriminada que potencien la desigualdad.

Conclusiones

La semejanza de deseos entre el mito de Gilgamesh y la potente herramienta de edición genética CRISPR/Cas9 es, en sí misma, una profunda necesidad de reflexionar sobre los valores que motivan nuestras vidas, sobre nuestros miedos, y sobre nuestras decisiones en torno al sufrimiento, la enfermedad, la ve-

jez y la muerte. Así pues, esta mirada profunda, que traspasa la dimensión científica, también nos invita a explorar nuestra identidad, trascendencia y la forma en que deseamos transitar por el territorio de la edición y modificación genética.

Gilgamesh se dio cuenta de que como mortal tenía la oportunidad de trascender mediante sus acciones y obras materiales. Para el humano contemporáneo, ¿cuáles son esas acciones y esa obra material? ¿Nuestras acciones en torno a la edición genética serán lo que nos haga trascender? O ¿será la obra material, fincada en la construcción de “un nuevo ser humano”, logrado a partir de la edición de genes, lo que nos haga crecer como especie? ¿Podremos en verdad darle un giro radical al proceso evolutivo natural de nuestra especie?

Tal vez, como Gilgamesh, la mejor opción sería darnos cuenta de nuestras limitaciones. De esa manera, las acciones, más que las obras materiales, podrían fincarse en nuevas posibilidades de vivencias éticas, las cuales nos permitan vivir de manera agradable y plena el periodo, ya sea corto o largo, que nos toca como individuos.

Bibliografía citada

- Amaro Sánchez, Yeltsin Smit. “Transhumanismo biotecnológico: El futuro de la evolución humana”. (Tesis de fin de grado, Universidad de la Laguna, 2019).
- Berzosa Martínez, Cecilio Raúl. “¿De homínidos a post-Humanos? Algunos desafíos del Transhumanismo”. *Razón y Fe* 279, n.º 1437 (2019): 81-92. <https://revistas.comillas.edu/index.php/razonyfe/article/view/10759>
- Bostrom, Nick. *Intensive Seminar on Transhumanism*. New Haven, CT: Yale University, 2003.
- Bottero, Jean. *La epopeya de Gilgamesh: El gran hombre que no quería morir*. Madrid: Akal, 2015.
- Church, George. *Regenesis: How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves*. Nueva York: Basic Books, 2012.
- De Jorge, Judith. “Claro que debemos jugar a ser Dios”. *ABC Ciencia*. 5 de junio de 2019. https://www.abc.es/ciencia/abci-julian-savulescu-bioeticista-claro-debemos-jugar-dios-201906030223_noticia.html#vtm_funnel=exito-registro-gis&vtm_tipoProceso=gis&vtm_procesoFinalizado=si&vtm_proceso=registro-gis&vtm_tipoRegistroLogin=registro-gis
- Doudna, Jennifer y Samuel Sternberg. *Una grieta en la creación*. Madrid: Alianza, 2017.
- Freud, Sigmund. *Psicopatología de la vida cotidiana*. Buenos Aires: Amorrortu, 1905.
- Germain, Gabriel. *Genèse de l’Odyssée*. París: Presses Universitaires de France, 1954.

- Harris, John. *Enhancing Evolution: The Ethical Case for Making Better People*. Princeton: Princeton University Press, 2007.
- Hernando, Ana. “Tenemos una herramienta que se puede usar para controlar la evolución humana”. *SINC*. 1 de julio de 2017. <https://www.agenciasinc.es/Entrevistas/Tenemos-una-herramienta-que-se-puede-usar-para-controlar-la-evolucion-humana>
- Ishino, Yoshizumi, Hideo Shinagawa, Kozo Makino, Mitsuko Amemura y Atsuo Nakata. “Nucleotide Sequence of the iap Gene, Responsible for Alkaline Phosphatase Isozyme Conversion in Escherichia Coli, and Identification of the Gene Product”. *Journal of Bacteriology* 169, n.º 12 (1987): 5429-5433. <https://journals.asm.org/doi/10.1128/jb.169.12.5429-5433.1987>
- Jinek, Martín, Krzysztof Chylinski, Inés Fonfara, Michael Hauer, Jennifer A. Doudna, Emmanuelle Charpentier. “A programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity”. *Science* 337, n.º 6096 (2012): 816-21. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1225829>
- Luigia Achillea, Stella. *Il poema di Ulisse*. Florencia: La nuova Italia, 1955.
- Luque, Enrique. “Viejos y nuevos mitos”. *Reis*, n.º 93, (2001): 9-25. doi:10.2307/40184326
- Montoliu, Lluís. *Editando genes: recorta, pega y colorea*. Pamplona: Next Door Publishers, 2020.
- Morley, John. E. “Senolytics: *The Modern Snake Oil?*” *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, n.º 23 (2019): 490-493. <https://doi.org/10.1007/s12603-019-1202-1>
- Pearce, David. *Can biotechnology abolish suffering?* North Carolina: The Neuroethics Foundation, 2017.
- Rank, Otto. *El mito del nacimiento del héroe*. Buenos Aires: Paidós, 1961.
- Rodríguez, Helena. “La planta de la inmortalidad en Grecia y el mito de Glauco de Antedón”. *EPOS*, n.º XXII (2006). <https://revistas.uned.es/index.php/EPOS/article/view/10505/10043>
- Sánchez Sánchez, Teresa. “La edición del genoma: Del homo sapiens al homo excelsior; Una reflexión gen-ética”. *Diálogo Filosófico* 35, n.º 103 (2019): 43-64. <https://www.dialogofilosofico.com/index.php/dialogo/article/view/143/152>
- Savitsky Mijail, Gonzalo Solis, Mijaíl Kryuchkov y Vladimir Katanaev. “Humanization of Drosophila Gao to model GNAO1 pediatric encephalopathies”. *Biomedicines* 8, n.º 10 (2020). doi: 10.3390/biomedicines8100395
- Savulescu, Julian. *Decisiones peligrosas*. Madrid: Tecnos, 2012.
- Silva Castillo, Jorge. *Gilgamesh o la angustia por la muerte*. Ciudad de México: El Colegio de México, Centro de Estudios de Asia y África, 2000.
- Thaler, Engelbert. “Transhumanism in Language Teaching”. En *Teaching Transhumanism*, editado por Narr Francke Attempto Verlag, 15-29. Tübingen: Narr, 2021.

The He Lab, "About Lulu and Nana: Twin Girls Born Healthy After Gene Surgery as Single-Cell Embryos". Video de YouTube, 4:43. 25 de noviembre de 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=th0vnOmFltc>

Webster, Thomas Bertram Lonsdale. *From Mycenae to Homer*. Londres: Cambridge University Press, 1958.