

## Edición genética en humanos y su relación con la biopolítica como dispositivo de control

Genome Editing in Humans and its Relationship with Biopolitics as a Control Device



**Autor**

**Miguel Ángel Morales García**

Tecnológico de Monterrey, Ciudad de México

E-mail: [mamorgar@hotmail.com](mailto:mamorgar@hotmail.com)



 **Resumen**

La biopolítica entendida como la incidencia del poder sobre la vida por parte del Estado sobre una población es un concepto que se desarrolló desde el siglo pasado y que se mantiene hasta nuestros días por medio de distintos dispositivos de poder que han ido cambiando a lo largo de la historia. En el presente trabajo se hace una relación entre las técnicas de edición genética en humanos y su uso como dispositivo de poder, y a partir del cual se analizan las consecuencias del uso de estas tecnologías en la sociedad.

 **Abstract**

*Biopolitics as the State's power over the life of a population is a concept that was developed over the last century and remains to this day via different control devices that have been changing throughout the years. In the present work, a relationship is made between the techniques of genome editing in humans and their use as a power device and from which the consequences of the use of these technologies in society are analyzed.*

 **Key words**

Biopolítica; edición genética; CRISPR/Cas9; dispositivo de control; población.

*Biopolitics; genetic edition; CRISPR/Cas9; control device; population.*

 **Fechas**

Recibido: 07/05/2019. Aceptado: 16/09/2019



Nuestra civilización ha desarrollado el sistema de saber más complejo, las estructuras de poder más sofisticadas: ¿qué ha hecho de nosotros esa forma de conocimiento, ese tipo de poder? ¿De qué manera esas experiencias fundamentales que son la locura, el sufrimiento, la muerte, el crimen, el deseo, y la individualidad están ligadas, incluso aunque no tengamos conciencia de ello, al conocimiento y el poder?

M. Foucault, *El orden del discurso*

## 1. Introducción

En 1979 Michael Foucault en *La biopolítica, políticas de la subjetividad y discursos del poder* introdujo el concepto de biopolítica en un curso ofrecido en el College de France definiéndolo como un movimiento surgido desde el siglo XVIII tratando de racionalizar los problemas propios de los seres humanos como salud, higiene, sexualidad, natalidad, longevidad, razas..., por parte de la práctica gubernamental, entendido como el complejo ejercicio del poder en manos del Estado y que tiene por blanco principal la población.

El concepto de biopolítica viene de una serie de fenómenos que tuvieron lugar entre los siglos XVII y XVIII, cuando el Estado comienza a ejercer su soberanía sobre los cuerpos y despliega lo que se denomina una “tecnología de la seguridad biológica” aplicada

sobre el cuerpo y, a su vez, sobre el conjunto de la población. La población, por tanto, se convierte en el fin último del Gobierno por encima de todo lo demás y en ese sentido puede ser medida, organizada, desarrollada estadísticamente en categorías y dotada de técnicas de poder y conocimiento (Aguilera, 2010).

Foucault menciona que, desde inicios de la modernidad, se ha producido un cambio importante sobre la gubernamentalidad y, hoy en día, el estudio de la biopolítica como incidencia del poder sobre la vida se ha vuelto cada vez más importante en un mundo globalizado donde la tecnología avanza a pasos agigantados, ya que se produce una simbiosis y conjunción provocada entre lo biológico y lo político, no solo a través de prácticas sanitarias,

sino por la instauración de complejas tecnologías de control biológico, anónimas, impersonales, hasta el punto de considerar a la modificación genética de embriones como uno de los dispositivos de control que, como Foucault menciona, tienen una función estratégica dominante, pero, al mismo tiempo, están ligados a los límites del saber, que le dan nacimiento pero, ante todo los condicionan (Cortez & Orozco, 2016).

Para entender cómo la modificación genética puede ser usada como dispositivo de control hay que remitirse a un acontecimiento que dio mucho de qué hablar, por lo menos entre la comunidad científica, y dio la vuelta al mundo a finales del año pasado. El científico chino He Jianku de la Universidad de Ciencia y Tecnología del Sur en Shenzhen, China anunció al mundo que había conseguido crear a los primeros bebés modificados genéticamente para que fueran resistentes al virus del VIH. El científico utilizó la técnica CRISPR/Cas9 para modificar el gen CCR5 en los embriones para, des-

Hoy en día, el estudio de la biopolítica como incidencia del poder sobre la vida se ha vuelto cada vez más importante en un mundo globalizado donde la tecnología avanza a pasos agigantados



pués, implantarlos en el útero de la madre, quien se dice conocía los posibles riesgos asociados (Kolata, 2018).

Este acontecimiento, como era de esperarse, no fue bien recibido por la comunidad científica quien calificó la investigación del Dr. He como una locura que constituye una violación a los derechos a la vida expresados en diferentes tratados internacionales, como, por ejemplo, los establecidos en el Convenio Europeo de Derechos Humanos, en el cual se fijan límites a la edición genética en humanos: “No podrá realizarse in-

tervención alguna sobre el genoma humano si no es con fines preventivos, diagnósticos o terapéuticos y a condición de que no tenga por objeto modificar el genoma de la descendencia”. Cabe mencionar, que este es uno de los primeros tratados, en el ámbito internacional, en regular las actividades relacionadas con la ingeniería genética (Belver, 2016). Por lo anterior, el trabajo de He pone en evidencia una clara falta de principios éticos y que en palabras de Jennifer Douda, coinventora de la técnica CRISPR/Cas9: “Una de las aplicaciones erróneas más impactantes de cualquier herramienta científica en nuestra historia”.

Es preciso señalar que detrás del trabajo de He no hubo un comité de ética involucrado en la investigación y tanto la propia universidad en Shenzhen y el hospital declararon no tener conocimiento de la modificación genética que realizaba el doctor, el cual quedó suspendido por el Ministerio de Salud de China para realizar cualquier actividad de investigación. En contraste, He mencionó

sentirse orgulloso por el trabajo realizado y mencionó la posibilidad de un tercer bebe modificado. Asimismo, la revista *Times* recientemente, eligió al científico como una de las 100 personas más influyentes en el mundo en 2019 (Tec Review, 2019).

Aunque la modificación genética en humanos promete traer consigo grandes beneficios como la corrección de mutaciones que causan ciertas enfermedades y tratar diversos padecimientos médicos, la información disponible hasta la fecha no garantiza que su uso en humanos sea exitoso, es por esto que se hace necesario reflexionar sobre las limitaciones éticas y consecuencias de llevar a cabo un experimento de este tipo (Pozo, 2018). Para entender todos los problemas que conlleva el hecho de modificar embriones humanos y que estos nazcan, hay que comprender, el alcance de las técnicas de edición genética, cómo funciona la técnica utilizada –CRISPR/Cas9– y también las consecuencias médicas, éticas y sociales que tiene llevar a cabo este tipo de experimentos.

Aunque la modificación genética en humanos promete traer consigo grandes beneficios como la corrección de mutaciones que causan ciertas enfermedades y tratar diversos padecimientos médicos, la información disponible hasta la fecha no garantiza que su uso en humanos sea exitoso

## 2. Actualidad y alcances de la edición genética

La información genética de todos los seres vivos está contenida en moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) y está constituida por genes, los cuales determinan las características y funcionamiento de un individuo. La edición genética se refiere al conjunto de técnicas que permiten ordenar, sustituir y remover segmentos de ADN para



modificar de forma precisa su secuencia con el objetivo de cambiar las características de un organismo y tiene aplicaciones en todo el campo de la medicina y ciencia básica, siendo la técnica de edición CRISPR/Cas9 la más eficiente, barata y utilizada en la actualidad (Nuñez, 2018).

Las repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas, mejor conocido como CRISPR, por sus siglas en inglés, son secuencias de ADN repetidas y separadas a su vez por una secuencia espaciadora de longitud similar, las cuales forman parte de algunos organismos como bacterias y arqueas; estos, repetidos junto con las proteínas de secuencia asociadas a CRISPR —denominadas Cas— constituyen un mecanismo de defensa antiviral propio del sistema inmunitario adaptativo de los procariontes.

La herramienta CRISPR-Cas9, si bien modifica un gen en concreto que queremos cambiar, también puede introducir mutaciones en otras zonas del genoma

Estos, repetidos junto con las proteínas de secuencia asociadas a CRISPR —denominadas Cas— constituyen un mecanismo de defensa antiviral propio del sistema inmunitario adaptativo de los procariontes. Este novedoso sistema, CRISPR-Cas, es utilizado para detectar y destruir el material genético de virus que intentan infectar a este tipo de organismos (Mojica, 2009). El sistema consiste en la acción conjunta de una endonucleasa de restricción (Cas9), la cual actúa como una tijera molecular, que corta una secuencia dirigida de ADN, y un ARN que tiene la función de guiar y dirigir a la endonucleasa, Cas9, hacia su sitio de acción, una vez hecho el corte, los mecanismos naturales de reparación se ponen en marcha de forma autónoma para reponer la estructura de doble cadena de ADN (Mojica, 2016).

De esta forma es posible aprovechar el sistema CRISPR/Cas9 para modificar la información genética de cualquier organismo, incluso el nuestro. Si bien ya existían otras tecnologías de edición del genoma, la ventaja de CRISPR es su practicidad y eficiencia comparada con otros métodos como TALEN y ZFN, ya que resulta más fácil y barato programar un ARN guía que a una proteína, de ahí que sea la tecnología de edición genética más utilizada por los investigadores en el mundo (Genética Media News, 2019).

A pesar de que puede ser bien visto el hecho de utilizar técnicas de edición genómica para ayudar a personas con padecimientos genéticos, la realidad es que todavía estamos lejos de poder dar un tratamiento eficaz para este tipo de patologías. Por lo general, cuando hablamos de edición genética aplicada en humanos, existen riesgos que son con frecuencia mencionados, uno de ellos es la eugenesia, de la que hablaré más adelante. Otro de los riesgos potenciales está relacionado con la especificidad de la herramienta CRISPR-Cas9 ya que, si bien modifica un gen en concreto que queremos cambiar, también puede introducir mutaciones en otras zonas del genoma. Lo anterior puede producir una variedad de resultados en los cuales no se consigue la modificación genética en todas las células, sino solo en algunas, por lo que las células del cuerpo no serían genéticamente idénticas y presentarían variantes genéticas distintas; este fenómeno conocido como mosaicismo, puede afectar a la línea germinal, así como al genoma de la descendencia (Belver, 2016), dando como resultado efectos secundarios en la progenie o embriones no viables y es una de las razones por las cuales el sistema CRISPR-Cas no se utiliza en células de la línea germinal o enfermedades poligénicas.

Sobre esta y más cuestiones, el Dr. He afirmó que el sistema CRISPR-Cas no afectó a otros genes en las gemelas y estas “nacieron de manera normal y saludables”. Pero no hay forma de comprobar si esto es cierto ya que ninguno de los resultados ha sido

Sobre esta y más cuestiones, el Dr. He afirmó que el sistema CRISPR-Cas no afectó a otros genes en las gemelas y estas “nacieron de manera normal y saludables”. Pero no hay forma de comprobar si esto es cierto ya que ninguno de los resultados ha sido





publicado y tampoco sabemos si habrá efectos negativos a lo largo del tiempo para las gemelas (Tec Review, 2019).

Con base en lo anterior, es suficiente tomar como premisa que existe la tecnología capaz de modificar las células humanas. Aunque esta tecnología no es perfecta, está evolucionando junto con todo el campo de la biotecnología donde las aplicaciones de mayor trascendencia serán aquellas relacionadas con la modificación de plantas y

En los próximos años se esperan desarrollar los primeros kits de diagnóstico y tratamientos con tecnología CRISPR, para su uso en células somáticas y enfermedades monogénicas

animales para su uso agroindustrial. Sobre esto último, recientemente, el Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE) sentenció que los organismos modificados con técnicas de edición genética, como CRISPR, deben ser considerados organismos transgénicos y, en consecuencia, están sujetos a las diversas normatividades que controlan su desarrollo y su cultivo dentro de la Unión Europea (Domínguez, 2018).

Por otro lado, la industria farmacéutica tiene puesto el interés en el desarrollo de terapias y tratamientos basadas en la edición genética con CRISPR-Cas. Su posible uso dependerá del interés de Gobiernos y del sector privado de explotar comercialmente estas nuevas capacidades (Ceballos, 2015). Unas 50 compa-

ñías, dentro de esta industria, están compitiendo en el mercado de edición genética con CRISPR-Cas, cubriendo todo tipo de aplicaciones, siendo Estados Unidos y China los países más activos con compañías líderes como: Thermo Fisher Científico, MilliporeSigma, Dharmacon, DuPont, entre otras. En los próximos años se esperan desarrollar los primeros kits de diagnóstico y tratamientos con tecnología CRISPR, para su uso en células somáticas y enfermedades monogénicas, en donde la comercialización exitosa de tales desarrollos puede impulsar el crecimiento de los ingresos en el mercado para la industria farmacéutica (Turner, 2019).

### 3. Preocupaciones éticas de la edición genética

A algunos les preocupa que la modificación genética en embriones llevada a cabo por el doctor He sea el primer paso hacia la eugenesia, que hace referencia al uso de la edición genética para seleccionar características de los seres humanos con la finalidad de mejora o simplemente de preferencia, fuera del ámbito terapéutico, entrando en un terreno conocido como mejoramiento humano (*human enhancement*), el cual podría definirse como el intento de perfeccionamiento transitorio o permanente de las condiciones orgánicas o funciones actuales del ser humano mediante el uso de la tecnología (Terribas, 2017).

De esta forma, no sería difícil pensar en el uso de esta tecnología para crear gente con inteligencia, belleza o capacidades atléticas superiores. Si bien esto no es posible por el momento ya que dichos rasgos suelen verse afectados por cientos de genes que actúan al mismo tiempo y que a su vez se ven afectados por el entorno (Kolata, et al., 2018), debemos empezar a reflexionar ¿en qué otras aplicaciones potenciales se podría usar esta tecnología? ¿Hasta dónde tenemos permitido modificar cualquier rasgo



genético? Todas estas, son cuestiones que vale la pena preguntarse siempre que se hable de edición genética, es por eso que el uso de CRISPR genera tanta polémica y abre muchos cuestionamientos éticos al respecto.

Tomando como ejemplo el caso del Dr. He, la técnica podría aplicarse de forma que nazcan niños con mutaciones en el gen CCR5, esencial para la infección con el virus causante del SIDA y hacerlos resistentes a desarrollar este mal o haciéndolos más susceptibles a otro tipo de infecciones como la del virus del Nilo Occidental e influenza, ya que las funciones del gen CCR5 no solo se relacionan con el VIH. De hecho, de acuerdo con un estudio reciente publicado por la revista *Nature*, el Dr. He al intentar hacer resistentes al VIH a los bebés, mediante la modificación del gen CCR5, podría haber acertado, al mismo tiempo, su esperanza de vida, sin haberse dado cuenta de ello. Las personas con dos copias desactivadas del gen CCR5, la versión que protege contra la infección por VIH, tienen un 21% más de probabilidades de morir antes de los 76 años que las personas con al menos una copia funcional del gen (Reardon, 2019). Es por esto que, modificar el genoma de las personas no puede ser justificable desde una perspectiva ética, médica y social si no hay la posibilidad de controlar la intervención, ya sea revirtiéndola o alterándola, cuando fuere necesario.

El Dr. He al intentar hacer resistentes al VIH a los bebés, mediante la modificación del gen CCR5, podría haber acertado, al mismo tiempo, su esperanza de vida, sin haberse dado cuenta de ello

Aunado a estas consideraciones, alterar los genes en un embrión significa cambiar los genes en cada una de sus células germinales, junto con las posibles mutaciones asociadas al uso de CRISPR y que, de tener éxito, el bebé presentaría y heredaría todas estas modificaciones a su progenie. Esto último es una acción seria que debe llevarse a cabo tras una deliberación exhaustiva, ante un comité de ética calificado y solo para tratar una enfermedad grave para la cual no hay ninguna otra opción disponible (Kolata, et al., 2018). He, en cambio, ignoró por completo uno de los principios básicos de la bioética, como lo es el principio de “no maleficencia” que establece la necesidad de no producir daño y evitarlo, así como el principio de “precaución”,

establecido en resguardo de la seguridad colectiva con respecto a los efectos nocivos de productos químicos, desechos industriales y productos sanitarios en los cuales la peligrosidad no es visible sino hasta mucho tiempo después (Almiñana, Balagué, Castro, Fernández, Llor, Marquet, Morera, Planes, Reguant, & Rubio, 2002). He continuó con su investigación sin ningún comité que pudiera evaluar su trabajo e inhabilitó un gen perfectamente normal aun cuando existen formas más sencillas y seguras de prevenir una infección de VIH, como el diagnóstico genético preimplantatorio (DPG), utilizado para la detección de trastornos genéticos en embriones obtenidos mediante fecundación *in vitro*, así como el uso de tratamiento antirretroviral, lo cual hace medicamente innecesaria la modificación del gen CCR5 (Aznar, 2013).

A pesar de los dilemas éticos del caso, un estudio reciente sugiere que el público chino está a favor de la edición genética con fines médicos, ya que una encuesta realizada por la Universidad Sun Yat-Sen encontró que más de dos tercios de las 4771 personas encuestadas apoyaron su uso en el tratamiento de enfermedades (Regan, Wright, & Field, 2018). Lo anterior como consecuencia de la inversión en tecnología de edición



genética que ha hecho China en los últimos años financiando investigaciones relacionadas con el uso de CRISPR/Cas en humanos. Tan solo en 2017, el Gobierno chino gastó una cifra récord de \$254 mil millones en investigación y desarrollo, cifra parecida al que gasto EUA en esa misma área.

Después de este cambio genético, lo más probable es que vengan más y habrá que responder a una pregunta: ¿qué es ético mejorar y qué no? ¿El color de los ojos? ¿Que mi hijo sea más fuerte, más alto o inteligente? ¿Solo habríamos de curar enfermedades genéticas? En palabras del investigador José Alcamí: “Es un debate que la sociedad tendrá y debe de empezar a tener [...] hacerse de todas estas cuestiones es abrir una caja de Pandora complicada, teniendo en cuenta que en la actualidad CRISPR/Cas no es una herramienta validada en humanos”. Si como sociedad no somos lo suficientemente cuidadosos, podrían llegar a ofrecerse servicios para el diseño de bebés, con la posibilidad de escoger el color de su piel o de sus ojos o decidir su peso y estatura potenciales, sin pensar en las consecuencias que podrían tener a la larga este tipo de decisiones (Pozo, 2018).

## 4. Conclusión

La existencia de personas genéticamente modificadas y con características particulares elegidas por la sociedad o el Estado se piensa ya como una posibilidad en el futuro con el uso de la edición genética

Es difícil imaginar que el concepto de biopolítica que Foucault desarrolló hace años pudiera encontrar una aplicación tan directa, como lo es el hecho de considerar la existencia de personas modificadas genéticamente, lo cual hasta el día de hoy no es posible, pero que se vislumbra como una posibilidad en el futuro próximo, un hecho al que la sociedad y el Estado tendrán que hacer frente.

Esto es debido a la posibilidad de que más científicos se sientan alentados a seguir los pasos de He, de realizar experimentos de edición genética en embriones humanos. Por otro lado, el potencial económico que tiene esta tecnología ha provocado el interés comercial de varias compañías en el mundo, las cuales, como se

mencionó anteriormente, ya han empezado a invertir millones de dólares para perfeccionarla y aprovecharse de los beneficios económicos que ofrece.

Lo que debe quedar claro sobre esta tecnología es que la edición de genomas está aún en desarrollo y que es necesario dejarla en el papel hasta que sus resultados sean seguros y satisfactorios, y cuando se hayan discutido todas las repercusiones éticas y sociales que pudiera ocasionar su uso cotidiano. David Baltimore, premio Nobel de Medicina en 1975, propone establecer foros de discusión en los que participen científicos, expertos en bioética, biotecnólogos, empresarios, políticos y representantes de la sociedad civil, donde se propongan y establezcan medidas claras y definidas que regulen hasta dónde es aceptable llegar con este tipo de manipulaciones (Ceballos, 2015). Lo que, en otras palabras, significa el establecimiento de la edición genética en humanos como dispositivo de control en la sociedad, donde el Estado pase de suprimir y garantizar la vida a reproducirla y administrarla.





La existencia de personas genéticamente modificadas y con características particulares elegidas por la sociedad o el Estado se piensa ya como una posibilidad en el futuro con el uso de la edición genética y vale la pena hacer una pausa para reflexionar sobre el asunto y pensar si, realmente, estamos en condiciones de ejercer la individualidad sobre lo corporal, de abrir esa complicada caja de Pandora y disponer sobre la vida de los demás, como si se tratara de un antiguo régimen, hasta el punto de influir en lo más elemental de la vida, como lo es el nacimiento y la supervivencia.

## Bibliografía

- Aguilera, R. (2010). Biopolítica, poder y sujeto en Michel Foucault. *Universitas. Revista de Filosofía, Derecho y Política*, (11), 27-42.
- Almiñana, M., Balagué, L., Castro, C., Fernández, M. J., Llor, C., Marquet, R., Morera, R., Planes, A., Reguant, M., y Rubio, M. (2012). *Los 4 principios básicos de Bioética*. Societat catalana de medicina familiar i comunitaria. Recuperado de [http://gestorweb.camfic.cat/uploads/ITEM\\_540\\_EBLOG\\_1848.pdf](http://gestorweb.camfic.cat/uploads/ITEM_540_EBLOG_1848.pdf)
- Aznar, J. (2013). *Diagnóstico genético preimplantacional y diagnóstico prenatal*. Amniocentesis. Observatorio de Bioética. Instituto Ciencias de la Vida. Recuperado de <https://www.observatoriobioetica.org/fondo-documental-2/inicio-de-la-vida/diagnostico-genetico-preimplantacional-y-diagnostico-prenatal-amniocentesis>
- Bellver Capella, V. (2016). La revolución de la edición genética mediante CRISPR-Cas9 y los desafíos éticos y regulatorios que comporta. *Cuadernos de Bioética*, XXVII(2), 223-239. Recuperado de <http://aebioetica.org/revistas/2016/27/90/223.pdf>
- Cortez, D., & Orozco, G. (2016). Gubernamentalidad, biopolítica y dispositivos en relaciones internacionales. *Eidos: Revista de Filosofía de la Universidad del Norte*, (26), 210-237.
- Cevallos, M. (2015, julio). Las tentaciones de editar nuestro genoma. ¿Cómo ves? *Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM*, (200). Recuperado de <http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/200/las-tentaciones-de-editar-nuestro-genoma.pdf>
- Domínguez, N. (2018). La justicia europea pone trabas a la edición genética en plantas. *El País*. Recuperado de [https://elpais.com/elpais/2018/07/25/ciencia/1532534799\\_094982.html](https://elpais.com/elpais/2018/07/25/ciencia/1532534799_094982.html)
- Genética Media News. (2019). *CRISPR*. *Comunidad Genotipia*. Recuperado de <https://genotipia.com/categoria/crispr/page/5/>
- Kolata, G., & Belluck P. (2018). ¿Por qué los científicos están tan molestos con los primeros bebés CRISPR? *The New York Times Company*. Recuperado de <https://www.nytimes.com/es/2018/12/07/primeros-bebes-geneticamente-editados/>
- Mojica F., Díez-Villaseñor C., García-Martínez J., Almendros, C. (2009). Short motif sequences determine the targets of the prokaryotic CRISPR defence system. *Microbiology Society*, 155(3). DOI: <https://doi.org/10.1099/mic.0.023960-0>
- Mojica, F. J. M., & Montoliu, L. (2016). On the Origin of CRISPR-Cas Technology: From Prokaryotes to Mammals. *Trends in Microbiology*, 24(10), 811-820. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2016.06.005>



- Nuñez, E., & Reyes, C. (2018). *Edición genética en medicina*. Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión, n° 10, febrero 2018. Recuperado de [http://foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCyTU\\_18-010.pdf](http://foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCyTU_18-010.pdf)
- Pozo, D. (2018, diciembre). El problema de modificar el genoma de bebés para que sean resistentes al VIH. *Hipertextual*. Recuperado de <https://hipertextual.com/2018/12/problema-modificar-genoma-bebes-resistentes-vih-crispr>
- Reardon, S. (2019). Gene edits to 'CRISPR babies' might have shortened their life expectancy. *Nature*. DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01739-w>
- Regan, H., Wright, R., & Field, A. (2018). Chinese gene-editing scientist defends his research, raises possibility of third baby. *CNN*. Recuperado de <https://edition.cnn.com/2018/11/28/health/genetic-editing-he-speaks-int/index.html>
- Tec Review. (2019). *Científico que creó bebés editados, entre los más influyentes de Time*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. Recuperado de <https://tecreview.tec.mx/cientifico-creo-bebes-editados-los-influyentes-time/>
- Terribas, N. (2017). *CRISPR... ¿debemos poner límites a la edición genética?* Cuadernos de la Fundació Víctor Grífols i Lucas. N° 45. Recuperado de <https://www.fundaciogrifols.org/documents/4662337/36081334/q45/3d242db9-f9b4-42ac-8827-1fb9d46d8860>
- Turner, S. (2019). Gene genie: can CRISPR-Cas9 deliver on its promise to transform genome therapy? *Pharmaceutical Technology*. Recuperado de <https://www.pharmaceutical-technology.com/features/future-of-crispr-transform-genome-therapy/>