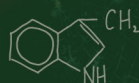
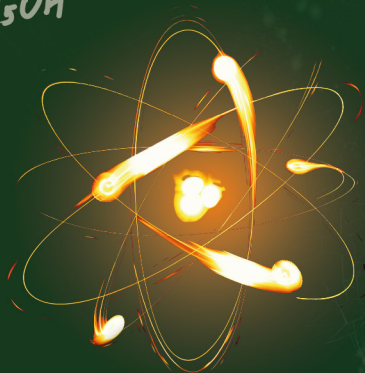
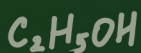


Año 2, núm. 2
Enero- Junio 2026

INDIVISCIENCE

ISSN 3122-3923



INDIVISCIENCE

Revista científica de divulgación

ISSN 3122-3923

ÍNDICE

Directorio Universidad La Salle Morelia.....	2
Comité de Investigación Universidad La Salle Morelia.....	3
Prólogo.....	4
Hermenéutica de la praxis docente en la educación superior: vivir y enseñar en la era digital.....	7
Autoridad judicial a la que se debe acudir para reclamar la pensión alimenticia a cargo de una herencia, de acuerdo a la ley del estado de Michoacán.....	21
La prisión preventiva y su constitucionalidad.....	39
CRISPR: de promesa experimental a terapia real.....	64
Un enfoque de juego dinámico robusto para la estabilización de la deuda gubernamental bajo incertidumbre.....	77
Del mito a la biología: Limitaciones actuales en la edición genética para el mejoramiento humano.....	99
El desarrollo de la terapia génica: De la transferencia celular a los retos de implementación clínica.....	118

DIRECTORIO

UNIVERSIDAD LA SALLE MORELIA

Dr. en D. P. Víctor Manuel López Rodríguez
Rector

D.D.H. Celiamaría Figueroa de Regil
Vicerrectora Académica

L.A.E.T. Jorge Alberto Ramírez Cervantes
Director de Formación, Bienestar y Extensión Universitaria

D.A. Erika Cristina Martínez Reyes
Directora Administrativa y de Capital Humano

M.A. Luis Manuel Alejo Ramos
Director de Vinculación

M.A. María Guadalupe Salazar Contreras
Directora de Planeación y Evaluación

M.A. José Baltazar Cerda Gómez
Director de Posgrados, Investigación y Educación Continua

D.A. Angélica María Martínez Reyes
Directora de Gestión Escolar

INDIVISCIENCE, Año 2, núm. 2, enero-junio de 2026, es una publicación semestral editada por la Universidad la Salle Morelia. Av. Universidad No. 500, Tarímbaro, Michoacán, C.P. 58880. Página electrónica de la revista: <https://lasallemorelia.edu.mx/investigacion/>. Editor responsable: Mtra. Andrea Monserrat Martínez Reyes (correo electrónico: disenador@ulsamorelia.edu.mx). Reserva de derechos al Uso Exclusivo No. 04-2025-050910503700-102, ISSN: 3122-3923, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número, Dra. Edna Milagros Silva García (jefa del Comité de Investigación), Mtra. Andrea Monserrat Martínez Reyes & Lic. Wendy Katheryn Rodríguez Rincón (Departamento de Edición), Universidad la Salle Morelia, Av. Universidad No. 500, Tarímbaro, Michoacán, C.P. 58880. Fecha de la última modificación, 29 de junio de 2026. **Tamaño del archivo: 15.5 MB**

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la Universidad La Salle Morelia.

Los artículos publicados fueron sometidos a una revisión por pares con arbitraje editorial.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos de esta publicación, sin la autorización por escrito del representante legal de Universidad La Salle Morelia.

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD LA SALLE MORELIA

Dr. en D. P. Víctor Manuel López Rodríguez
Rector

D.D.H. Celiamaría Figueroa de Regil
Vicerrectora Académica

M.A. José Baltazar Cerda Gómez
Director de Posgrados, Investigación y Educación Continua

D.C. Edna Milagros Silva García
Coordinadora de Investigación

D.I.P. Andrea Hernández Rangel
Docente de la Escuela de Ciencias Sociales y Humanidades

D.I.D. David Augusto Trejo Aguilar
Docente de la Escuela de Ciencias Sociales y Humanidades

D.P.P. Daniel Carrillo Gómez
Docente de la Escuela de Negocios

D.C. David Eduardo Dávila Molina
Docente de la Escuela de Negocios y la Escuela Preparatoria

D.E. Fernando Alejandro Ávalos
Docente de la Escuela de Arquitectura y Diseño Gráfico

D.C. María Fernanda Ramos Martínez
Docente de la Escuela de Negocios

Prólogo

Para toda universidad la función de la extensión es parte fundamental; en este sentido, la difusión del conocimiento es una manera de poder proyectar a la sociedad lo que internamente se está haciendo y estudiando desde las aulas y los laboratorios.

Es un gusto y un honor poder prologar esta revista multidisciplinaria de la Universidad La Salle Morelia y dar un panorama del conocimiento que se está gestando en esta Casa de Estudios. Agradezco al Dr. Víctor López, Rector, la invitación para poder escribir estas sencillas líneas.

Lo primero que deseo hacer es un reconocimiento a la Universidad y a los autores por atreverse a poner por escrito los resultados de las investigaciones que se están realizando, compartir con los demás los resultados y contribuir al crecimiento de las diversas ciencias a las que se cercan en estos artículos.

El arte de escribir se complejiza cuando el objetivo principal es la investigación propiamente y solo quien realiza cada investigación es capaz de comprender todo lo que ha implicado llevar a una cuantas cuartillas el trabajo realizado por un largo tiempo; de tal manera que la escritura solo es la punta el iceberg de un proceso minucioso realizado en el laboratorio, en el campo de trabajo y en los libros; se ha tratado de fundamentarse en estudios ya realizados para dar los siguientes pasos en el progreso científico.

La presente revista multidisciplinaria resulta muy interesante porque se aproxima a temas tan disímiles como la política y la medicina, o la educación y la gobernanza; pero precisamente esa es la riqueza: juntar en un solo tomo temas de interés para diversos científicos y disciplinas, proponer un panorama de los avances de las investigaciones y acercar al público en general al nuevo conocimiento.

El artículo de David Augusto y Celiamaría nos habla de que la autoridad e identidad del profesor se encuentra interpelada ante la tecnología que está siendo la fuente del conocimiento, ahora la autoridad del docente es un fenómeno relacional y dinámico que debe sustentarse en capacidades de comunicación y no solo en el saber de la materia que se va a enseñar.

Dr. Enrique Alejandro González Álvarez

Rector

Universidad La Salle Bajío



Hermenéutica de la praxis docente en la educación superior: vivir y enseñar en la era digital

Autores:

Dr. David Augusto Trejo Aguilar¹

Dra. Celiamarca Figueroa de Regil¹

Institución de Adscripción:

¹Universidad La Salle Morelia

Correo Electrónico Institucional:

datrejoa@ulsamorelia.edu.mx

celiamariaf@ulsamorelia.edu.mx

RESUMEN

Este artículo aborda, desde una perspectiva hermenéutica, la transformación de la identidad y la autoridad docente en la educación superior contemporánea. Se analiza cómo el profesorado vive y ejerce su rol en un contexto marcado por la digitalización, la inteligencia artificial y cambios socioculturales profundos. A partir de una revisión de estudios recientes, se propone que la crisis de autoridad tradicional puede interpretarse como una oportunidad para construir una autoridad dialógica, ética y contextualizada, fundamentada en el reconocimiento mutuo y la práctica reflexiva. Se incorpora, además, una reflexión subjetiva sobre la reconstrucción identitaria del docente como respuesta a las complejidades actuales del sistema universitario. Se concluye que la docencia en el siglo XXI exige una reconfiguración hermenéutica del ser y quehacer docente, orientada a la formación integral en un entorno digital complejo.

Palabras clave: *hermenéutica, autoridad docente, identidad profesional, educación superior, era digital, práctica reflexiva, subjetividad docente, reconstrucción identitaria.*

ABSTRACT

This article addresses, from a hermeneutic perspective, the transformation of teacher identity and authority in contemporary higher education. It analyzes how faculty live and exercise their role in a context marked by digitalization, artificial intelligence, and profound sociocultural changes. Based on a review of recent studies, it is proposed that the crisis of traditional authority can be interpreted as an opportunity to build a dialogical, ethical, and contextualized authority, grounded in mutual recognition and reflective practice. It also incorporates a subjective reflection on the teacher's identity reconstruction in response to the current complexities of the university system. It is concluded that teaching in the 21st century requires a hermeneutic reconfiguration of the teacher's being and practice, oriented toward comprehensive training in a complex digital environment.

Keywords: *hermeneutics, teacher authority, professional identity, higher education, digital age, reflective practice, teacher subjectivity, identity reconstruction.*

INTRODUCCIÓN

La docencia en la educación superior se encuentra en un momento de transición profunda, donde la identidad y la autoridad del profesorado son interpeladas por fenómenos como la digitalización masiva, el acceso democratizado al conocimiento y la irrupción de la inteligencia artificial en los procesos educativos. Frente a este escenario, no basta con describir los cambios técnicos o metodológicos; se requiere una comprensión interpretativa que dé cuenta del sentido que adquieren estas transformaciones en la experiencia vivida del docente. La hermenéutica, como enfoque que privilegia la interpretación contextualizada y la construcción de significado, ofrece un marco fértil para analizar cómo se reconfigura el ser y el quehacer docente en el siglo XXI (Sandoval-Henríquez, 2024; Alonso Sáez et al., 2015).

Este artículo se propone articular una reflexión hermenéutica sobre la práctica docente en la educación superior, tomando como base los análisis presentados en los textos resumidos. Partimos de la premisa de que la autoridad docente no es un atributo estático, sino un fenómeno relacional y dinámico que se negocia en la interacción pedagógica (Plaza de la Hoz, 2018). Asimismo, entendemos que la identidad profesional del docente es un constructo multifacético y en constante redefinición, influido por factores personales, institucionales y sociales (Alonso Sáez et al., 2015). Este trabajo busca también integrar una dimensión subjetiva: cómo el docente se asume a sí mismo en medio de estas tensiones y qué reconstrucciones identitarias son posibles para responder a las complejidades del sistema universitario actual. A lo largo de este trabajo, exploraremos cómo la hermenéutica permite interpretar la crisis de autoridad tradicional no como una pérdida, sino como una oportunidad para construir una autoridad ético-dialógica, basada en el reconocimiento, la confianza y el compromiso con la

formación integral.

El desarrollo del artículo se organiza en tres secciones principales. En la primera, se aborda la crisis ontológica de la identidad docente y su relación con la autoridad en el contexto digital. En la segunda, se analiza la reconfiguración hermenéutica de la autoridad docente, desde una lógica impuesta hacia una construida en la relación. Finalmente, se discute la práctica docente como espacio de tensión creativa entre el ideal pedagógico y las condiciones reales, proponiendo una praxis crítica y con sentido en la era digital, que incorpore explícitamente la reflexión sobre la propia subjetividad docente.

DESARROLLO

1. Crisis ontológica e identidad docente en la encrucijada digital

La irrupción de las tecnologías digitales y la inteligencia artificial en la educación superior no representa solo un cambio instrumental, sino una transformación profunda que afecta la ontología del ser docente. Como señalan Puche Cabrera y Jiménez Becerra (2025), la adopción tecnológica genera tensiones identitarias que cuestionan roles tradicionalmente arraigados, como el del profesor como transmisor unidireccional del conocimiento. El docente se ve obligado a desaprender prácticas pedagógicas heredadas para adoptar nuevas funciones: diseñador de experiencias de aprendizaje, guía en entornos digitales, mediador de saberes y curador de información en un océano de datos accesibles (Sandoval-Henríquez, 2024).

Esta reconfiguración no es neutra; puede generar una sensación de pérdida y crisis de identidad (Mitev et al., 2024), especialmente

cuando las prácticas que antes se consideraban efectivas parecen obsoletas. La hermenéutica invita a interpretar esta crisis no como un vacío, sino como un espacio de posibilidad donde el docente puede reconstruir su identidad desde la agencia y la reflexividad. El modelo de Korthagen, citado por Sandoval-Henríquez (2024), ofrece una herramienta valiosa para esta reflexión, al proponer niveles de análisis que van desde el entorno y el comportamiento hasta las creencias, la identidad y la misión docente. Desde esta perspectiva, la identidad digital no es algo que se adquiere de manera definitiva, sino un proceso dinámico y multifacético que requiere una constante interpretación de sí mismo y del contexto.

Construcción subjetiva: Cómo me asumo como docente en medio de las complejidades

En este escenario, asumirse como docente implica un acto hermenéutico continuo sobre la propia posición. Ya no me asumo únicamente como un experto que transmite certezas, sino como un intérprete en tránsito, un navegante que, junto con sus estudiantes, cartografía un territorio digital incierto. Esta autopercepción conlleva una vulnerabilidad aceptada: mi autoridad ya no emana de un saber inaccesible, sino de mi capacidad para facilitar herramientas de pensamiento, para modelar una curiosidad crítica y para sostener un espacio de diálogo donde las preguntas valen más que las respuestas prefabricadas. Me asumo, por tanto, como un mediador de sentidos más que como un custodio de contenidos, lo que exige una constante vigilancia ética sobre los fines de la educación en un sistema universitario a menudo presionado por lógicas de eficiencia y mercado.

La autoridad docente, tradicionalmente sustentada en el monopolio del acceso al conocimiento, se ve democratizada y desafiada por internet y la IA. La pregunta “¿qué grado de autoridad tengo ante

mis alumnos?” se vuelve central (Puche Cabrera & Jiménez Becerra, 2025). La hermenéutica permite comprender que esta crisis de autoridad es, en el fondo, una crisis de sentido y legitimidad. Ya no basta con apelar a la autoridad epistémica (basada en el saber) o normativa (basada en la institución); es necesario construir una autoridad que emerja del reconocimiento mutuo y se fundamente en la capacidad del docente para facilitar aprendizajes significativos, guiar éticamente el uso de la tecnología y fomentar el pensamiento crítico.

2. Hacia una autoridad hermenéutica: del poder impuesto al reconocimiento dialógico

Los estudios analizados coinciden en que la autoridad docente en la era digital no desaparece, sino que se transforma. Plaza de la Hoz (2018) señala que la autoridad adopta un carácter más demostrativo y orientador, basado en el saber, la experiencia y la capacidad de motivar y conectar con los estudiantes. Desde un enfoque hermenéutico, esta transformación puede interpretarse como un tránsito desde una autoridad impuesta y jerárquica hacia una autoridad construida en la relación y negociada en la interacción.

Esta autoridad hermenéutica se sustenta en tres pilares fundamentales, que emergen de la síntesis de los textos revisados:

El saber hacer pedagógico: Competencia metodológica, adaptación al contexto digital y capacidad para diseñar experiencias de aprendizaje relevantes y situadas (Hernández et al., 2011; Sandoval-Henríquez, 2024).

El saber estar relacional: Habilidades para establecer diálogos auténticos, practicar la empatía, mostrar respeto y construir

confianza con los estudiantes (Alonso Sáez et al., 2015).

El saber ser ético: Coherencia entre el discurso y la práctica, compromiso con la justicia educativa, vocación de servicio y atención al cuidado (“duty of care”) en un entorno híbrido (Gallagher et al., 2021).

La hermenéutica enfatiza que esta autoridad no es un atributo que el docente posee, sino un proceso de interpretación compartida que se desarrolla en la práctica. El docente interpreta las necesidades, saberes previos y contextos de sus estudiantes; a su vez, los estudiantes reconocen en el docente una guía válida no por su posición institucional, sino por su capacidad para acompañarlos en la construcción de sentido. Como señala el primer texto analizado, la autoridad en su sentido etimológico (auctoritas) está ligada a la idea de “hacer crecer”. En la educación superior del siglo XXI, esto significa facilitar el crecimiento intelectual, crítico y ético de los estudiantes en un mundo digital complejo.

3. La praxis docente como espacio hermenéutico: entre el ideal y lo real

La investigación cualitativa revela que, si bien existe un consenso teórico sobre el perfil del docente como guía y facilitador, su aplicación choca con limitaciones estructurales como la falta de recursos, condiciones laborales precarias, formación inicial insuficiente y presiones institucionales (Gallagher et al., 2021; Puche Cabrera & Jiménez Becerra, 2025). La hermenéutica permite interpretar esta brecha no como un fracaso, sino como un espacio de tensión creativa donde el docente debe constantemente reinterpretar su rol, negociando entre el ideal pedagógico y las condiciones reales del aula.

Vivir la docencia en la educación superior hoy significa habitar una zona liminal, un espacio entre lo que fue y lo que está siendo (Puche Cabrera & Jiménez Becerra, 2025). En este contexto, la praxis docente adquiere un carácter crítico y reflexivo, que va más allá del mero instrumentalismo tecnológico. Se trata de una práctica que:

Humaniza lo digital: Utiliza la tecnología para conectar el conocimiento con problemas reales y fomentar un aprendizaje con propósito (Jiménez, 2020; Rincón, 2024).

Prioriza la calidad de la interacción: Se enfoca en el feedback profundo, el debate argumentado y la colaboración auténtica, por encima de la acumulación de actividades digitales.

Hace visible el currículum oculto de la tecnología: Cuestiona las lógicas comerciales, los sesgos algorítmicos y los mecanismos de vigilancia incorporados en las plataformas digitales, empoderando a los estudiantes como usuarios críticos (Gallagher et al., 2021).

Esta praxis exige del docente una continua interpretación de su contexto y de su propio quehacer. No se trata solo de aplicar técnicas, sino de dar sentido a la acción educativa en medio de contradicciones y presiones.

Reconstrucción subjetiva:

Construcciones identitarias para atender a las complejidades

Frente a las complejidades del sistema universitario —entre ellas, la masificación, la burocratización, la evaluación por indicadores y la presión por innovación—, la reconstrucción subjetiva del docente requiere construir identidades más flexibles, resilientes y políticamente conscientes. Esto implica transitar de una identidad basada en el estatus o la especialización disciplinar cerrada, hacia una identidad ecológica y conectiva. El docente puede reconstruirse como:

Tejedor de redes: Un profesional que construye alianzas dentro y fuera de la universidad (con colegas, con la comunidad, con otros saberes) para enfrentar desafíos comunes y contrarrestar el aislamiento.

Artífice de micro-espacios de resistencia pedagógica: Alguien que, dentro de las limitaciones estructurales, diseña y protege espacios áulicos y virtuales donde prime la lógica del cuidado, el pensamiento crítico y el diálogo profundo, resistiéndose a la pura lógica instrumental.

Intelectual público digital: Un docente que trasciende el aula para participar, con rigor y desde su expertise, en los debates públicos sobre educación, tecnología y sociedad, contribuyendo a una visión democrática y crítica del conocimiento.

Esta reconstrucción no es un acto solipsista, sino un proceso dialógico que se nutre del intercambio con pares y estudiantes, y que reconoce que la subjetividad docente se fortalece en la medida en que se pone al servicio de un proyecto educativo colectivo y ético.

La hermenéutica ofrece así un marco para una práctica reflexiva y contextualizada, donde el docente asume una autoridad ética y democrática, orientada a la formación integral.

CONCLUSIONES

La reflexión hermenéutica desarrollada en este artículo permite concluir que la docencia en la educación superior del siglo XXI vive una transformación profunda que afecta tanto su identidad como su autoridad. Lejos de ser una mera adaptación técnica a lo digital, esta transformación exige una reinterpretación del ser y quehacer docente desde un marco comprensivo y dialógico.

En primer lugar, la crisis de autoridad tradicional puede leerse como una oportunidad para construir una autoridad hermenéutica, basada no en el poder o el saber monopólico, sino en el reconocimiento mutuo, la competencia pedagógica y el compromiso ético. Esta autoridad se ejerce en y a través de la relación, y se nutre de la capacidad del docente para guiar, facilitar y acompañar procesos de aprendizaje significativos en un entorno digital complejo.

En segundo lugar, la identidad docente debe ser entendida como un proceso dinámico y reflexivo, en constante negociación con el contexto tecnológico, institucional y social. Modelos como el de Korthagen (Sandoval-Henríquez, 2024) ofrecen herramientas valiosas para esta reflexión, invitando al docente a interrogarse sobre sus creencias, competencias, entorno y misión en la era digital. Asumirse como un intérprete en tránsito y un mediador de sentidos es una construcción subjetiva necesaria para navegar la incertidumbre, mientras que reconstruirse como tejedor de redes, artífice de micro-espacios de resistencia e intelectual público digital representa una respuesta identitaria vital para afrontar las complejidades sistémicas.

Finalmente, la praxis docente se configura como un espacio hermenéutico por excelencia, donde el ideal pedagógico se encuentra con las limitaciones de lo real. Vivir y enseñar en la educación superior hoy implica habitar esta tensión de manera creativa, desarrollando una práctica crítica que humanice lo digital, priorice la interacción cualitativa y cuestione los supuestos ocultos de la tecnología.

El desafío hermenéutico para el docente del siglo XXI es, en última instancia, aprender a ser docente una vez más en un mundo para el que nadie lo preparó del todo. Esto implica asumir la enseñanza como una práctica de interpretación constante, orientada a la

construcción de sentido compartido y a la formación de ciudadanos y profesionales críticos, creativos y éticos. La tecnología, en este marco, no es un fin en sí misma, sino un medio para potenciar lo más distintivamente humano: el diálogo, la curiosidad, el cuidado y la búsqueda colectiva de conocimiento. Este proceso de reinterpretación y reconstrucción subjetiva no es un complemento, sino el corazón mismo de una docencia relevante y con sentido en la universidad contemporánea.

REFERENCIAS

Alonso Sáez, I., Lobato Fraile, C., & Arandia Loroño, M. (2015). La identidad profesional docente como clave para el cambio en la educación superior. *Revista de Investigación Educativa*, 33(2), 293--307.

Gallagher, S., Breines, M., & Blaney, M. (2021). A response to the OECD's call for an "education reset". University of Oxford.

Hernández, J., Siles, G., & Solano, I. M. (2011). Las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(2), 160--175.

Imran, M., Ivanov, S., & otros (2024). Ethical challenges of AI in education: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*.

Jiménez Becerra, A. (2020). *Pedagogía digital: una mirada crítica*. Editorial Uniandes.

Mitev, N., Puche Cabrera, M., & otros (2024). Digital disruption and teacher identity: A phenomenological study. *Journal of Higher Education Policy and Management*.

Plaza de la Hoz, J. (2018). Autoridad docente y Nuevas Tecnologías: cambios, retos y oportunidades. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación*, 52, 7--22.

Puche Cabrera, M., & Jiménez Becerra, A. (2025). *Ontología y praxis docente en la era digital: vivir los retos y desafíos del profesorado actual*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Rincón, L. (2024). *Tecnología educativa con sentido humano*. Editorial Trillas.

Sandoval-Henríquez, F. J. (2024). La construcción de la identidad docente digital en el contexto de disrupción tecnológica. *Educación XXI*, 27(1), 45--68.



Autoridad judicial a la que se debe acudir para reclamar la pensión alimenticia a cargo de una herencia, de acuerdo a la ley del estado de Michoacán.

Autor:

Marcos Jafet Tello Moreno¹

Institución de Adscripción:

¹Universidad La Salle Morelia

Correo Electrónico Institucional:

mjtm@ulsamorelia.edu.mx

RESUMEN

El presente artículo aborda la figura jurídica de los alimentos debidos por sucesión, haciendo una distinción con los debidos entre vivos, es decir, aquellos que tienen su origen en el parentesco, matrimonio o concubinato; asimismo, se aborda el derecho que le asiste al heredero preterido que no es contemplado con tal carácter en el testamento y que tampoco se ha proveído sobre su pensión alimenticia, teniendo en consecuencia, la posibilidad de reclamarlo a través de la acción civil de declaratoria de inoficiosidad de testamento, donde el juez de esta materia es quien deberá fijar el quantum de la subvención alimentaria y no un juez de competencia familiar, aplicando única y exclusivamente las disposiciones normativas del Código Civil para el Estado de Michoacán.

Palabras clave: Alimentos, inoficiosidad, testamento, acción civil.

ABSTRACT

This article addresses the legal figure of alimony due by succession, making a distinction with those due between living people, that is, those that have their origin in kinship, marriage or concubinage; Likewise, the right of the deceased heir who is not contemplated as such in the will and whose alimony has not been provided for is addressed, consequently, having the possibility of claiming it through the civil action of declaration of ineffectiveness of the will, where the judge in this matter is the one who must set the amount of the alimony subsidy and not a judge of family jurisdiction, applying solely and exclusively the normative provisions of the Civil Code for the State of Michoacán.

INTRODUCCIÓN

La figura jurídica de los alimentos ha sido numerosamente explorada tanto por la doctrina como por la jurisprudencia establecida por los Tribunales Federales de nuestro país; figura que tiene como fuentes al matrimonio, concubinato o parentesco. En las legislaciones familiares, se encuentran desarrolladas las características, naturaleza, sujetos, requisitos, supuestos en que deben otorgarse, así como las causas de terminación; en la jurisprudencia, se ha complementado la institución de los alimentos con diversos criterios que la fortalecen, tales como aquellos que se centran en el interés superior de la infancia, adultos mayores, mujeres embarazadas o personas con discapacidad. Al margen de lo anterior, encontramos la figura de los alimentos debidos por sucesión o a cargo de una herencia; figura que se actualiza al momento de la muerte del obligado a otorgarlos, constituyéndose en un deber que no se extingue con la muerte, sino que será cumplido con cargo a la masa hereditaria cuya regulación se encuentra en el Código Civil del Estado de Michoacán (en adelante CCE).

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Si bien tanto los alimentos debidos entre vivos y los de sucesión, poseen semejanzas entre sí y, tienen además, la misma finalidad de proveer a las necesidades básicas de los acreedores alimentistas, existen notables diferencias entre uno y otro, las que, si bien no están delineadas en la ley, las mismas se desprenden de su propia naturaleza, pues mientras que los primeros se dan entre personas vivas pagándose del patrimonio personal del deudor alimentario, los segundos son a cargo de la herencia y, como veremos, existe la imperiosa necesidad de otorgarlos después de la muerte a través de la figura del testamento, puesto que, de lo contrario, surgirá el derecho del acreedor alimentario de solicitarlos mediante la

declaración judicial de inoficiosidad de testamento. Para el caso de reclamo ante órgano judicial de los primeros, la ley es clara en determinar que quien debe conocer y resolver es un juez familiar; empero, para los debidos por sucesión cuando el testador no los ha previsto en su última voluntad, no existe una claridad plena y absoluta sobre qué juzgador, si el civil o el familiar, debe resolver la controversia jurídica, considerando, en base al contenido y a la interpretación de la ley civil de la Entidad, que es competente para ello un juez civil y no uno familiar.

OBJETIVO

Tener claridad en la vía procesal en que deberá conducirse el juicio sobre alimentos debidos por sucesión, siendo la correcta la civil y no la familiar, dada su naturaleza jurídica, pues el reclamo de la pensión alimenticia no se endereza frente a una persona viva, sino es en contra de la sucesión testamentaria del difunto y, la subvención que llegue a decretarse, no es a cargo del patrimonio personal de una persona viva, sino a cargo de la masa hereditaria, por lo que deben salvaguardarse los derechos de los herederos instituidos por testamento.

HIPÓTESIS

El problema a dilucidar es que puede presentarse el caso donde una persona acreedora alimentista inicie un juicio civil sobre inoficiosidad de testamento, dado que no figura como heredera en el mismo y tampoco se proveyó sobre su manutención cuando tenía derecho a ella y, al mismo tiempo, con el mismo carácter, en la vía familiar promueva un juicio sobre alimentos en contra de la sucesión testamentaria; ante esta dualidad de procesos, podemos encontrarnos bajo un resultado de contradicción de resultados,

puesto que el juez familiar, podría proveer positivamente al pedimento del accionante, mientras que en civil se declararía la improcedencia de la acción ejercitada, o viceversa, lo que acarrearía tener sentencias contradictorias bajo un mismo supuesto fáctico.

METODOLOGÍA

Estudio de la legislación civil y familiar del Estado de Michoacán, jurisprudencia y doctrina existente al respecto.

DISCUSIÓN

Nuestro análisis, se ubica dentro de las sucesiones post mortem, objeto de estudio del derecho civil; para ello, será ineludible referirnos a los temas que guardan estrecha relación con las mismas, siendo los siguientes:

SUCESIÓN

De acuerdo con Pérez Contreras (2010):

La sucesión es el medio por el que una persona ocupa en derechos el lugar de otra; es decir, lleva implícita la sustitución de una persona, por cuanto a su titularidad de derechos y obligaciones, por otra que los adquirirá a falta de la primera. (p. 185).

Tratándose entonces de una sucesión hereditaria, serán los herederos o legatarios quienes figuran como sucesores a la muerte del autor de la herencia, dado que ésta, en términos del artículo 452 del CCE, se define como la sucesión en todos los bienes del difunto y en todos sus derechos y obligaciones que no se extinguen por la muerte. De esta manera, tenemos que la sucesión hereditaria puede ser de dos tipos: la legítima, donde la persona difunta no otorgó testamento y sus bienes, derechos y obligaciones se transmitirán a los herederos expresamente señalados en la ley, esto es, a quienes guarden con

el de cujus una relación de matrimonio, concubinato o parentesco consanguíneo; y la testamentaria, en donde sí se otorga testamento y la distribución de los bienes que conforman la herencia, así como los demás derechos y obligaciones, se hará conforme a la voluntad del testador y a las personas por él señaladas.

TESTAMENTO

Siguiendo a Rojina Villegas (2011):

El testamento es un acto jurídico unilateral, personalísimo, revocable y libre, por el cual una persona capaz transmite sus bienes, derechos y obligaciones que no se extinguen por la muerte a sus herederos o legatarios, o declara y cumple deberes para después de la misma (p. 325).

A través de este acto, la persona determina quien o quienes serán sus sucesores en calidad de herederos o legatarios. Una de las características que se destaca de la definición del testamento, es la libre testamentificación o libertad para testar, que implica que el testador puede dictar sus disposiciones testamentarias como juzgue conveniente; sin embargo, esa libertad, no es absoluta, dado que se encauza dentro de un orden normativo que la regula y limita. Las destacables limitaciones a esta libertad son: el respeto a los derechos de los sucesores, por ejemplo, el testador no les puede imponer condiciones ilícitas; las que se refieren a la forma testamentaria, esto es, que el testador no puede señalar que no se puede impugnar su testamento, bajo pena de perder lo heredado o legado; las relacionadas a la capacidad para heredar, verbigracia, el hecho de que el médico que atendió la última enfermedad del testador no puede ser heredero o legatario; y, las que protegen a ciertas personas dada su especial condición en términos de ley, para que reciban alimentos y el testamento no se torne inoficioso.

ALIMENTOS

Previo a la inoficiosidad del testamento, por tener íntima relación con el tema de estudio, es necesario exponer de manera general la institución jurídica de los alimentos regulada en el ámbito del derecho familiar.

“Jurídicamente, por alimentos debe entenderse la prestación en dinero o en especie que una persona, en determinadas circunstancias puede reclamar a otras, entre las señaladas por la ley, para su mantenimiento y sobrevivencia” (Baqueiro y Buenrostro, 2009, p. 33).

La regulación especial de esta figura, en nuestro Estado, la encontramos en el Código Familiar para el Estado de Michoacán (en adelante CFE). En esta norma, entre otras cosas se conceptúa a dicha institución, sus características, los sujetos acreedores y obligados, forma de determinar su quantum, requisitos, causas de suspensión o terminación de la obligación alimentaria y trámite judicial para determinarla, siendo un juicio familiar por el que debe ventilarse; en éste, figurará como demandante el acreedor alimentario que se crea con derecho a recibir alimentos y como demandada la persona obligada a otorgarlos y que ha incumplido con su deber de darlos. En esencia, en esta norma se regulan los alimentos entre vivos, teniendo como fuente de reclamo el parentesco, matrimonio o concubinato, principalmente.

En este contexto, los requisitos que deben cumplirse para el reclamo de alimentos en términos del artículo 462 del CFE, son los siguientes: que se demuestre el título en cuya virtud se piden, es decir, que quien los demande demuestre efectivamente su derecho a ser alimentado por la persona a quien demanda; que justifique el caudal aproximado del que debe darlos, esto es, demostrar, al menos de forma aproximada, los ingresos económicos que tiene el deudor alimentario; y, acreditar la urgencia y necesidad de recibirlos, no aplicando este requisito para los menores de edad, adultos mayores,

personas con discapacidad y mujeres embarazadas, pues acorde con el arábigo 452 del CFE gozan de la presunción legal de necesitar los alimentos.

El resultado del juicio, de ser procedente, es fijar una pensión alimenticia a favor de quien los demandó y a cargo del deudor alimentario, apercibiéndole que, en caso de incumplimiento, se dará vista al Ministerio Público para que se proceda en términos de la legislación penal. La cuantía de la pensión, puede ser fijada por convenio entre las partes o bien mediante sentencia emitida por el juez familiar; en todo caso, deberá ser proporcional a los ingresos económicos de quien deba otorgarla y a las necesidades de quien la reciba.

INOFICIOSIDAD DEL TESTAMENTO

“El testador está obligado a dejar alimentos a determinadas personas y, de no hacerlo, su testamento se tiene por inoficioso” (Suprema Corte de Justicia de la Nación, 2010, p. 61); por tanto, de existir obligaciones alimentarias, el testador debe prever sobre las mismas para que sean cumplidas después de su muerte.

De acuerdo a la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2024):

El CCE sanciona con inoficiosidad al testamento en el cual el autor de la herencia omite contemplar los derechos de ciertas personas que, por una parte, eran sus acreedores alimentarios antes de perder la vida y, por otra, hubieren sido declarados herederos suyos de haberse seguido la sucesión conforme a las normas relativas de la sucesión legítima, lo que doctrinalmente se conoce como preteridos (p. 108).

En este contexto, acorde al artículo 540 de la Codificación en cita, el testador debe dejar alimentos a las siguientes personas: a los descendientes menores de edad respecto de los cuales tenga obligación legal de proporcionar alimentos al momento de la muerte; a los descendientes que estén imposibilitados para

trabajar, cualquiera que sea su edad, cuando exista la obligación a que se refiere el supuesto anterior; al cónyuge supérstite cuando esté impedido para trabajar y no tenga bienes suficientes; a los ascendientes; a la persona con quien el testador vivió como si fuera su cónyuge durante los cinco años que precedieron inmediatamente a su muerte o con quien tuvo hijos, siempre que ambos hayan permanecido libres de matrimonio durante el concubinato y que el superviviente esté impedido para trabajar y no tenga bienes suficientes, subsistiendo el derecho mientras la persona de que se trate no contraiga matrimonio o se una en concubinato; y, a los hermanos y demás parientes colaterales dentro del cuarto grado si son incapaces, si no tienen bienes para satisfacer sus necesidades. Las anteriores personas tienen en común ser herederos legítimos del autor de la herencia, es decir, que si no hubiera testamento éstas accederían a la masa hereditaria con dicha calidad; empero, si en el testamento son excluidas y no se prevé absolutamente nada sobre su derecho a percibir alimentos, estaremos en presencia de lo que se conoce como herederos preteridos, con legitimación para reclamarlos. Ahora bien, para tener derecho a ser alimentado, el artículo 543 del CCE, indica que quien los reclame debe encontrarse, al tiempo de la muerte del testador, en alguno de los casos fijados en el numeral 540 del CCE; adicionalmente, deberá acreditar su estado de necesidad, esto es, que realmente los requiera para su subsistencia; en este sentido, existe un criterio aislado de un Tribunal Colegiado de Circuito, perteneciente a la octava época, en el Semanario Judicial de la Federación, que señala que los elementos que integran la acción de inoficiosidad de testamento son: la existencia de un testamento, la obligación del testador de dejar alimentos a determinadas personas, por encontrarse en alguno de los supuestos ya vistos y el incumplimiento de tal obligación al otorgar el testamento. Por otra parte, el mismo CCE en sus artículos 541 y 542, expresa los casos en los cuales no existe la obligación de dar alimentos, pese a ser un sujeto con derecho a ellos; así, no

tienen derecho a recibirlos cuando exista un pariente más próximo en grado que pueda otorgarlos y a las personas que tengan bienes. Del mismo modo, cesa el derecho a recibir los alimentos en términos del artículo 543 del CCE, esto es, cuando el interesado deje de estar en las condiciones exigidas por el diverso arábigo 540, observe mala conducta o adquiera bienes. El resultado de la acción de inoficiosidad de testamento, de resultar procedente, acorde al artículo 546 del CCE, es que al heredero preterido se le otorgue la pensión alimenticia que le corresponda, subsistiendo la disposición testamentaria en todo lo que no perjudique ese derecho, lo que implica que el testamento donde no se deje pensión alimenticia a quien deba darse no es nulo, sino inoficioso, por lo que es completamente válido. Dicha subvención, es con cargo a la masa hereditaria, excepto cuando el testador haya gravado con ella a alguno de los herederos o legatarios. La cuantía de la pensión alimenticia que debe otorgarse para el caso de que el testamento sea declarado inoficioso, se encuentra debidamente establecida en el artículo 544 del CCE, donde se señala que no puede exceder de los productos de la porción que en caso de intestado correspondería al que tenga derecho a dicha pensión, ni bajará de la mitad de dichos productos; si el testador designa la pensión, se respetará la misma, siempre que no baje del mínimo establecido.

Hasta aquí podemos observar que la institución de los alimentos debidos por sucesión o herencia, se encuentra perfectamente regulada en el CCE, donde claramente se delinea las personas que tienen derecho a ellos con cargo a la masa hereditaria del testador, así como la acción a ejercer para el caso de que éste no cumpla con su obligación de prever sobre los alimentos de sus acreedores alimentarios para después de su muerte.

VÍA PROCESAL PARA EL RECLAMO DE LOS ALIMENTOS DEBIDOS POR SUCESIÓN (EXCLUSIÓN DE LA APLICABILIDAD DE LAS NORMAS FAMILIARES)

Vislumbrado lo anterior, tenemos claro que las reglas para el reclamo de alimentos debidos por sucesión en comparación a los alimentos debidos entre vivos, son completamente distintas y son reguladas por materias diversas; mientras que, el derecho de alimentos inter vivos es regulado por el CFE, el diverso de alimentos debidos por sucesión, se sustenta en el CCE el que, incluso, descarta la aplicación de disposiciones normativas de índole familiar en el tema de los alimentos debidos por sucesión. Lo anterior, cobra sustento en el artículo 544 del CCE que a la letra dice:

“El derecho de percibir alimentos no es renunciable ni puede ser objeto de transacción. La pensión alimenticia se asegurará conforme a lo dispuesto en el Libro Segundo, Título Décimo Primero, Capítulos II y III, del Código Familiar para el Estado de Michoacán, y por ningún motivo excederá de los productos de la porción que en caso de intestado correspondería al que tenga derecho a dicha pensión, ni bajará de la mitad de dichos productos. Si el testador hubiese fijado la pensión alimenticia, subsistirá su designación, cualquiera que sea, siempre que no baje del *mínimum* antes establecido. Con excepción de los artículos citados en el presente Capítulo no son aplicables a los alimentos debidos por sucesión, las disposiciones relativas a los alimentos contenidas en el Libro Primero, Título Décimo Tercero, Capítulo Único, del Código Familiar para el Estado de Michoacán.”

En el precepto legal transcrito, tenemos que se regula el derecho de recibir alimentos debidos por sucesión, señalando primeramente que el mismo no es renunciable ni puede ser objeto de transacción; asimismo, señala la forma en que deberá asegurarse la pensión alimenticia y el *quantum* que debe fijarse en el caso en que sea determinada; también, estatuye que si el testador es el que fija la

pensión, subsistirá su designación, siempre y cuando se ajuste a la cuantía allí establecida; y, por último, la porción normativa final del precepto determina de manera tajante que, con excepción de los artículos citados en el presente capítulo (el capítulo al que se refiere es el Quinto, del Título Segundo, denominado “de los bienes de que se puede disponer por testamento y de los testamentos inoficiosos”), no son aplicables a los alimentos debidos por sucesión, las disposiciones relativas a los alimentos contenidas en el Libro Primero, Título Décimo Tercero, Capítulo Único, del Código Familiar del Estado, que viene a ser el capítulo denominado “alimentos”. Ahora bien, si revisamos con detenimiento el contenido de cada uno de los artículos, del 540 al 549, que conforman el Capítulo Quinto, del Título Segundo, denominado “de los bienes de que se puede disponer por testamento y de los testamentos inoficiosos”, del CCE, resulta que lo único que encontramos citado del CFE, en los aludidos numerales, son las disposiciones correspondientes para el aseguramiento de la pensión alimenticia, lo cual debe llevarse a cabo en términos de lo preceptuado en el Libro Segundo, Título Décimo Primero, capítulos II y III, sin hallar ninguna otra disposición citada del Código Familiar dentro del capítulo en análisis; de ahí que se sostenga, que ninguno de los artículos que regulan la figura jurídica de los alimentos debidos entre vivos, esto es, los arábigos del 443 al 475 del CFE, sea aplicable a la diversa figura de los alimentos debidos por sucesión.

Por lo tanto, es inconcuso determinar que las figuras de alimentos entre vivos, regulados en el CFE cuyas fuentes principales como vimos son el parentesco, el matrimonio y el concubinato, y la de alimentos debidos por sucesión, regulados en el CCE, son completamente distintas y tienen un régimen jurídico diverso; luego entonces, quien pretenda una pensión alimenticia a cargo de una herencia, debe promover un juicio en la vía civil reclamando la declaración de inoficiosidad de testamento para que, en el mismo controvertido, se le dé la pensión alimenticia en los términos que

ya han quedado explicados. En esta misma guisa argumentativa, con la finalidad de ahondar en el sentido de que la vía para reclamar alimentos debidos por sucesión es la civil y no la familiar, analicemos a detalle algunas de las disposiciones legales que ya fueron invocadas en el presente artículo, contenidas en el Capítulo Quinto, del Título Segundo, denominado “de los bienes de que se puede disponer por testamento y de los testamentos inoficiosos”, del CCE que resulta ser el marco legal aplicable a un pedimento de declaratoria de inoficiosidad de testamento.

Primeramente, como ya se expuso, tenemos que en el artículo 540 del Cuerpo de Leyes en cita, se contemplan diversos supuestos donde el testador está obligado a dejar alimentos, determinándose las personas acreedoras de los mismos; enseguida, el diverso numeral 541, señala que no hay obligación de dar alimentos sino a falta o imposibilidad de los parientes más próximos en grado; por su parte, en el artículo 543, se indica qué se necesita para tener derecho de recibir alimentos, así como las causas de cesación del mismo, esto es, que para recibir alimentos a cargo de la sucesión, quien los demande debe demostrar que es una de las personas acreedoras señaladas en el diverso arábigo 540, lo que deberá de hacerse ante la autoridad civil, no ante la familiar; asimismo, el diverso 546, indica que un testamento es inoficioso cuando en él no se deja pensión alimenticia, según lo dispuesto en el propio capítulo legal; mientras que, el arábigo 547, señala que la persona a quien no se le dejó pensión alimenticia por parte del testador, cuando debió de habérsele otorgado, tiene derecho a que se le dé la pensión que le corresponda, subsistiendo el testamento en todo lo que no perjudique a ese derecho.

En este orden de ideas, podemos constatar que cuando una persona, creyéndose acreedora alimentista del testador, en base a las diversas hipótesis jurídicas previstas en el artículo 540 del CCE, lo que debe hacer para que nazca su derecho a recibir alimentos a cargo de la sucesión, es demostrar precisamente dicha prerrogativa

a ser alimentado por ella, pero no en base a lo dispuesto por el CFE que regula la institución de alimentos entre vivos nacidos por parentesco, matrimonio o concubinato, sino en términos del artículo 543 del CCE que establece la figura jurídica de los alimentos debidos por sucesión, y que a la letra dice:

“Para tener derecho de ser alimentado se necesita encontrarse al tiempo de la muerte del testador en alguno de los casos fijados en el artículo 540, y cesa ese derecho tan luego como el interesado deje de estar en las condiciones a que se refiere el mismo artículo, observe mala conducta o adquiera bienes, aplicándose en este caso lo dispuesto en el artículo anterior.”

Enseguida, si el demandante logra demostrar su calidad de acreedor alimentario ante el Juez Civil, éste declarará la inoficiosidad del testamento y el preterido tendrá derecho a que se le dé su pensión alimenticia, todo lo cual debe llevarse a cabo ante el órgano judicial con competencia en materia civil; lo anterior es así, pues a diferencia de los alimentos que regula el CFE, el reclamo de alimentos debidos por sucesión no está dirigido en contra de una persona viva, verbigracia un padre, esposo o concubino vivos, sino que se endereza frente a una sucesión testamentaria, la cual debe, primero y antes de fijar una pensión a su cargo, contar con una sentencia definitiva en calidad de cosa juzgada que determine la inoficiosidad del testamento y que la obligue a cumplir con esa carga; dicho de otro modo, es menester que el Juez Civil determine que no se dejó pensión alimenticia por parte del testador a quien debía de dejarse, haciendo un estudio del caso particular y concreto y aplicando las disposiciones normativas civiles conducentes.

En ese bagaje de ideas, está clarificado que uno de los mecanismos mediante los cuales el CCE protege a los acreedores alimentarios a la muerte del obligado alimentista, sin desnaturalizar el carácter personalísimo de la obligación alimentaria, es la acción de declaración de inoficiosidad de testamento, la cual permite que dichas personas se encuentren en posibilidad de exigir una pensión

alimenticia a cargo de la masa hereditaria, pero dentro de un juicio de naturaleza estrictamente civil y bajo las normas que regulan a la sucesión testamentaria, con la finalidad de no violentar los derechos de los herederos. Por tanto, es lógico concluir que los juicios que versen sobre reclamo de alimentos debidos por sucesión testamentaria –inoficiosidad de testamento– la autoridad judicial familiar carece de competencia para conocer y resolver dichos conflictos, y no debe ni puede condenar a la sucesión al pago de una pensión alimenticia, debiendo ser el juzgador civil en un juicio de esta naturaleza, quien debe conocer y resolver sobre dichos tópicos.

CONCLUSIONES

La institución jurídica de los alimentos, podemos clasificarla en dos: los debidos entre vivos, que nacen del parentesco, matrimonio o concubinato, principalmente; y, los debidos por sucesión, que tienen su origen a la muerte del deudor alimentario. Los primeros, están regulados por el CFE y, los segundos, por el CCE.

En caso de incumplimiento de otorgar alimentos entre vivos, el acreedor alimentario cuenta con la posibilidad de exigirlos mediante un juicio familiar en contra del deudor alimentario, a fin de que éste sea condenado a pagarlos, se fije una pensión alimenticia a su cargo tomando en cuenta sus posibilidades económicas y las necesidades de quien deba recibirla.

En lo que concierne a los alimentos debidos por sucesión, éstos pueden ser únicamente demandados tratándose de la sucesión testamentaria, dado que en la legítima los herederos llamados por la ley son los mismos que los acreedores alimentarios del difunto.

Si el testador no deja alimentos a las personas a las que estaba obligada a dejarlos, éstas pueden pedir la declaratoria de inoficiosidad de testamento, a fin de que se constituya su derecho a recibirlos y se les otorgue una pensión alimenticia con cargo a la masa hereditaria, bajo el quantum máximo y mínimo que la propia

norma civil establece.

La acción para demandar alimentos debidos por sucesión, atendiendo a su naturaleza jurídica, debe ser intentada en la vía civil y no en la familiar, siendo un juez civil el competente para conocer y resolver de estas controversias; lo anterior, a fin de no violentar los derechos de los herederos testamentarios.

REFERENCIAS

Baqueiro Rojas, E. y Buenrostro Báez, R. (2009) Derecho de Familia (2ª ed.). Oxford.

Gutiérrez Dávila, G. Pinkus Aguilar, M. Alonso Beltrán, C. Solís Urbina, J. Villa González, R. (2024) Derecho y Familia. Alimentos entre Parejas. Colección Cuadernos de Jurisprudencia, SCJN. Suprema Corte de Justicia de la Nación.

Pérez Contreras, M. (2010) Derecho de Familia y Sucesiones. Nostra Ediciones e Instituto de Investigaciones Jurídicas.

Rojina Villegas, R. (2011) Compendio de Derecho Civil. Bienes, Derechos Reales y Sucesiones (44ª ed.). Porrúa.

Suprema Corte de Justicia de la Nación. (2010) Temas Selectos de Derecho Familiar. Alimentos. Suprema Corte de Justicia de la Nación.

Registro digital: 217323, Instancia: Tribunales Colegiados de Circuito, Octava Época, Materia(s): Civil, Fuente: Semanario Judicial de la Federación. Tomo XI, Febrero de 1993, página 269. Tipo: Aislada.

Código Civil para el Estado de Michoacán.

Código Familiar para el Estado de Michoacán.





La prisión preventiva en México y su constitucionalidad

Autor:

Dr. Víctor Manuel López Rodríguez¹
(ORCID: 0009-0007-5487-0756)

Institución de Adscripción:

¹Universidad La Salle Morelia

Correo Electrónico Institucional:

vmlopez@ulsamorelia.edu.mx

RESUMEN

La prisión preventiva es una figura que ha estado presente en buena parte de la historia constitucional de México. Desde su institucionalización expresa en la Constitución de 1836, ha sido objeto de debate en la comunidad jurídica, pues hay posturas que afirman que es un mal necesario mientras que, otras tantas, sostienen que se trata de una institución inconstitucional. Este debate ha llegado a la Suprema Corte de Justicia de la Nación en fechas recientes y se ha reproducido en la Corte Interamericana de Derechos Humanos. Este trabajo plantea una serie de reflexiones en torno a la figura, desde la búsqueda del espíritu del legislador, hasta la discusión de los criterios jurisdiccionales más recientes al respecto.

Palabras clave: *Prisión preventiva, Presunción de inocencia, Derechos humanos, Justicia penal, Debido proceso.*

ABSTRACT

Pre-trial detention is a figure that has been present throughout much of Mexico's constitutional history. Since its explicit institutionalisation in the Constitution of 1836, it has been the subject of a debate within the legal community, as there are positions that affirm that it is a necessary evil, while others maintain that it is an unconstitutional institution. This debate has recently reached the Supreme Court of Justice of the Nation and has been reproduced in the Inter-American Court of Human Rights. This article presents a series of reflections on the figure, from the search for the spirit of the legislator to the discussion of the most recent jurisprudential criteria in this regard.

INTRODUCCIÓN

La prisión preventiva es una medida cautelar que se aplica en materia penal. Consiste en privar temporalmente de la libertad a una persona que fue acusada por la probable comisión de una conducta delictiva, mientras se determina sobre su inocencia o culpabilidad en el proceso jurisdiccional. Lo que se pretende con ella, es evitar que las personas que aparentemente han cometido un delito puedan sustraerse de la acción de la justicia. Así, esta medida pretende garantizar la comparecencia de las personas inculpadas a las distintas instancias procesales, hasta que se dicte una sentencia.

Este trabajo busca analizar la constitucionalidad de la prisión preventiva en México, a la luz del Nuevo Sistema de Justicia Penal de 2008, la reforma constitucional en materia de derechos humanos de 2011 y la sentencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos en el *Caso Tzompaxtle Tecpile y otros Vs. México*, en la cual se determinó que la figura de la prisión preventiva era parcialmente incompatible con la Convención Americana sobre Derechos Humanos.

En ese sentido, este trabajo realizará un análisis exploratorio sobre las normas y precedentes descritos, en sintonía con las normas constitucionales y otros precedentes jurisdiccionales resueltos por la Suprema Corte de Justicia de la Nación, tales como el amparo en revisión 26/2011. Todo lo anterior presupone, en un afán de desentrañar el espíritu originario del legislador, una revisión de la figura de la prisión preventiva en las Constituciones históricas de México, desde la Constitución de Cádiz de 1812 hasta la Constitución de 1836, donde se institucionalizó por primera vez.

Así, se buscará indagar si la prisión preventiva debe ser una figura

impuesta oficiosamente en los casos en que lo prevean las normas adjetivas penales de México o si, en su lugar, puede ser utilizada como una medida extraordinaria para ser empleada siempre y cuando se demuestre su necesidad, ante el temor fundado de fuga de las personas presuntas culpables.

1. ANTECEDENTES REMOTOS DE LA PRISIÓN PREVENTIVA EN MÉXICO

1.1 El espíritu del legislador

La expresión *el espíritu del legislador* se refiere al propósito o la intención que subyace en la promulgación de una norma jurídica. Se trata de una herramienta interpretativa utilizada en el ámbito jurídico que busca comprender cuál era el objetivo que tenía el legislador al redactar una disposición específica, tal y como lo señala el autor Eduardo García Maynez. Así, cuando se analiza *el espíritu del legislador*, se busca determinar cuáles fueron las razones que lo motivaron a promulgar una norma en un sentido y no en otro.

En ese tenor, cuando se busca indagar en *el espíritu del legislador*, en el fondo lo que se pretende es *reducir los márgenes de discrecionalidad para descubrir el sentido objetivo depositado en la letra de la ley* (Calvo, 1986). Por ello, en la búsqueda del *espíritu del legislador* de la prisión preventiva, hay que explorar la aplicación de la figura en la historia constitucional de México.

Esto implica una revisión de la Constitución de Cádiz de 1812, la Constitución Federal de 1824, las Siete Leyes Centralistas de 1836, y las denominadas Bases Orgánicas de 1843, donde se constitucionalizó la figura de la prisión preventiva que, desde entonces, ha operado en los procesos penales de este país.

1.2 La Constitución de Cádiz de 1812

Al respecto, de acuerdo con José Luis Soberanes (2019) la Constitución de Cádiz de 1812 fue el primer ordenamiento que rigió la vida independiente de México pues, aunque la primera norma fundamental fue la *Constitución Federal de los Estados Unidos Mexicanos de 1824*, entre la firma de la Independencia nacional en 1821 y la expedición del *Acta Constitutiva de la Federación*, la Constitución española siguió rigiendo las relaciones del Estado y los gobernados.

Así, la Constitución de Cádiz establecía en su artículo 287 las condiciones bajo las cuales se impondrían las denominadas sanciones corporales, tales como 1) un mandamiento judicial, 2) por escrito, 3) notificado al presunto culpable en el acto de la aprehensión, en estos términos:

Art. 287. Ningún español podrá ser preso sin que preceda información sumaria del hecho, por el que merezca según la ley ser castigado con pena corporal, y asimismo un mandamiento del juez por escrito, que se le notificará en el acto mismo de la prisión.

Complementariamente, el artículo 293 del propio ordenamiento dictaba que sólo podría permanecer en prisión, en calidad de preso, la persona que contara con el auto respectivo, como se aprecia a continuación:

Art. 293. Si se resolviere que el arrestado que se le ponga en la cárcel, o que permanezca en ella en calidad de preso, se proveerá auto motivado, y de él se entregará copia al alcaide, para que la inserte en el libro de presos, sin cuyo requisito no admitirá el alcaide a ningún preso en calidad de tal, bajo la más estrecha responsabilidad.

Como puede apreciarse de la lectura de ambos preceptos, la prisión preventiva no estaba contemplada en la Constitución de Cádiz. Más aún, además de no estar constitucionalizada, esta figura estaba prohibida de manifiesto, pues una persona sólo podría estar en prisión cuando hubiera una sentencia judicial en su contra que lo ordenara expresamente.

1.3 La Constitución Federal de 1824

Tras la firma del Acta de Independencia del Imperio Mexicano en 1821, el Congreso Constituyente promulgó y publicó el *Acta Constitutiva de la Federación* en 1824. Este fue un ordenamiento constitucional provisional, que rigió hasta la publicación de la *Constitución Federal de 1824*, en la cual se establecía que:

Art. 150. Nadie podrá ser detenido, sin que haya semiplena prueba o indicio de que es delincuente.

Art. 151. Ninguno será detenido solamente por indicios más de sesenta horas.

Ambas disposiciones revelaban una preocupación evidente del legislador por salvaguardar las libertades individuales y limitar el poder el Estado. Por un lado, el artículo 150 buscaba garantizar que no se llevaran a cabo detenciones de manera arbitraria o caprichosa, sino que se basaran en pruebas o indicios que justificaran la privación de la libertad.

Por otro lado, el artículo 151 del mismo ordenamiento establecía un tiempo límite para las detenciones basadas en indicios, el cual no podía exceder los tres días naturales. En el mismo sentido que el precepto anterior, esta disposición reflejaba la intención de evitar privaciones de la libertad prolongadas e injustificadas, de modo que

las personas detenidas sin pruebas sólidas fueran liberadas en un plazo razonable.

En 1824, el *espíritu del legislador* apuntaba a evitar abusos por parte de las autoridades y, en todo caso, forzar a los órganos encargados de la administración de justicia a que se allegaran de elementos contundentes para restringir la libertad individual de los presuntos responsables.

1.4 Las Siete Leyes Constitucionales de 1836

En la primera incursión constitucional del conservadurismo mexicano en el siglo XIX, la *Primera Ley Constitucional de 1836* establecía condiciones más claras respecto de la prisión preventiva, en este sentido:

Artículo 2. Son derechos del mexicano:

I. No poder ser preso sino por mandamiento de juez competente dado por escrito y firmado, ni aprehendido sino por disposición de las autoridades a quienes corresponda según ley. Exceptuase el caso de delito in fraganti, en el que cualquiera puede ser aprehendido, y cualquiera puede aprehenderle, presentándole desde luego a su juez o a otra autoridad pública.

Como puede verse, esta norma fundamental reflejaba un cambio de paradigma sobre la prisión preventiva, con respecto a lo que establecía la primera Constitución liberal, al imponer un régimen más restrictivo en la materia.

En principio, esta norma recuperaba las inquietudes de 1824, en el

sentido de que la condición para que una persona fuera privada de su libertad fuera que ésta operara mediante orden judicial; sin embargo, al considerar la excepción de los delitos cometidos *in fraganti*, donde cualquier persona podía aprehender al presunto delincuente, se buscaba equilibrar la garantía de la libertad personal con la necesidad de protección de la sociedad (Cruz, 2022).

Complementariamente, la segunda fracción del mismo artículo establecía:

Artículo 2. Son derechos del mexicano: (...)

II. No poder ser detenido más de tres días por autoridad ninguna política, sin ser entregado al fin de ellos, con los datos para su detención, a la autoridad judicial, ni por ésta más de diez días, sin proveer el auto motivado de prisión. Ambas autoridades serán responsables del abuso que hagan de los referidos términos.

De lo anterior se aprecia el reconocimiento más acabado de la prisión preventiva en la historia constitucional de México. Más aún, se fija la postura del Estado mexicano frente a ella, al disponer que ninguna autoridad judicial podía mantener a una persona bajo prisión preventiva por más de diez días, sin que hubiera razones claras y justificadas para ella.

En ese sentido, además imponía responsabilidades para las autoridades que incurrieron en esta falta; situación que, sumada los plazos estrictos para las detenciones, mostraba un claro espíritu del legislador para fortalecer la protección de la libertad individual, frente a posibles abusos por parte de la autoridad.

2. LA PRISIÓN PREVENTIVA EN LA CONSTITUCIÓN DE 1917

De acuerdo con Antonio Salcedo Flores (2018), la prisión preventiva ha sido erróneamente concebida como una medida precautoria. Para este autor, es una figura que transgrede de manera irreparable la libertad, que es el principal derecho del procesado. Así, en el entendido de que las medidas precautorias buscan preservar un bien para que su titular pueda disponer de éste en el futuro, la privación de la libertad, aún cuando sea preventiva, transgrede definitivamente el derecho del inculpado.

En ese tenor, el propio Salcedo afirma que las medidas cautelares tienen un carácter preventivo y temporal, cuyo objetivo es garantizar que se sigan las reglas mínimas de un proceso jurisdiccional hasta la obtención de una sentencia. Además, no pretenden resolver ni incidir directamente en el estudio de fondo del asunto y, por lo tanto, pueden modificarse en la medida en que cambien las circunstancias que dieron lugar a su imposición.

En ese orden de ideas, la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917* (CPEUM), estableció en su artículo 18 que *sólo por delito que merezca pena corporal habrá lugar a prisión preventiva. El lugar de ésta será distinto y estará completamente separado del que se destinare para la extinción de las penas*. Además, la propia disposición establecía que cada gobierno, ya de la Federación o de las Entidades Federativas, debía de organizar sus sistemas penitenciarios con miras a la rehabilitación de los delincuentes y a su reinserción a la sociedad.

Aunado a lo anterior, Fix-Zamudio (1995) ha sostenido que la figura de la prisión preventiva puede analizarse en dos momentos: el primero, de la detención y el segundo, de la prisión preventiva

propiamente dicha. La primera inicia cuando el inculpaado queda a disposición de la autoridad judicial y sólo puede durar 72 horas.

La segunda, en cambio, se determina con el auto de formal prisión, y puede prolongarse durante todo el proceso, a menos que se decreta la medida cautelar opuesta en beneficio del inculpaado, es decir, la libertad provisional que asume dos modalidades: bajo protesta y caucional.

Con respecto al cumplimiento de la prisión preventiva, hay que apuntar que es una disposición de difícil aplicación, en principio, por lo anacrónico de las instalaciones penitenciarias que se tienen en el sistema judicial. Por ello, no en pocas ocasiones se emplean las mismas instalaciones, aunque sea en distintos sectores, a los detenidos provisionalmente y los que cuentan con una sentencia firme en su contra de privación de su libertad.

3. LA PRISIÓN PREVENTIVA EN EL CÓDIGO NACIONAL DE PROCEDIMIENTOS PENALES

El Código Nacional de Procedimientos Penales (CNPP) reproduce las hipótesis de la CPEUM en el sentido de justificar la aplicación de la prisión preventiva. Sin embargo, establece condiciones más específicas, tales como 1) asegurar la comparecencia del acusado durante el juicio, 2) facilitar el desarrollo de la investigación y 3) garantizar la seguridad de la víctima, los testigos y de la sociedad en general (art. 160, CNPP).

Además, regula el derecho a presentar pruebas para determinar si la prisión preventiva es adecuada o no, en razón de las circunstancias específicas de cada asunto.

También prohíbe expresamente el uso de la prisión preventiva

como una forma anticipada de castigo, sin embargo, como se ha visto en este trabajo, esta figura actualiza la privación de la libertad de manera similar o, incluso, más restrictiva que una sentencia, pues la prisión preventiva se aplica a las personas que siguen presumiéndose como inocentes, pero que enfrentan las mismas restricciones a la libertad que una persona culpable (Moreno, 2021).

Al respecto, desde el año de 1998, la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) estableció en su tesis aislada P. XIX/98 que *debe reconocerse que su ejecución afecta de manera inmediata y directa al derecho sustantivo de la libertad*.

Adicionalmente, el propio artículo 160 del CNPP establece los supuestos en los que el juez de control debe ordenar oficiosamente la prisión preventiva, tales como el abuso sexual, la delincuencia organizada, el homicidio doloso, el robo a casa habitación, la desaparición forzada, entre otros.

¿A qué se refiere, entonces, el carácter oficioso de la prisión preventiva oficiosa? El carácter oficioso de la prisión preventiva se refiere al hecho de que, en los casos previstos por la norma, el juez está obligado a ordenar la prisión preventiva automáticamente, sin necesidad de que la parte acusadora, es decir, el Ministerio Público, lo solicite expresamente (Garduño, 2017).

Como ha podido verse en el apartado anterior, el carácter oficioso de la prisión preventiva opera en circunstancias específicas que se consideran graves, ya sea por la conducta delictiva en sí misma, o por el riesgo que el presunto culpable pueda suponer para la víctima, para la sociedad o para la aplicación de la justicia (García, 2019).

4. LA PRISIÓN PREVENTIVA A LA LUZ DEL NUEVO SISTEMA DE JUSTICIA PENAL

El 18 de junio de 2008 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la reforma constitucional al Sistema de Justicia Penal. Desde entonces, este conjunto de cambios normativos fue denominado por la comunidad jurídica de México como el Nuevo Sistema de Justicia Penal (NSJP).

El NSJP buscaba, en principio, el respeto a los derechos fundamentales de todas las partes involucradas en los procesos penales, y mejorar la eficacia en la investigación, el enjuiciamiento y la sanción de los delitos.

Por ello, se introdujeron los principios: 1) de inmediación, que busca acercar al juez a los hechos del caso para una mejor comprensión del mismo; 2) de contradicción, para permitir a las partes discutir directamente sus argumentos; 3) de continuidad, para evitar dilaciones innecesarias en el proceso; de concentración, para llevar a cabo las etapas procesales en menos actos; y de publicidad, para garantizar la transparencia y el acceso a la justicia. Todos ellos, encaminados a garantizar procesos más equitativos.

Sin embargo, el NSJP también mantuvo instrumentos dirigidos al combate de la delincuencia organizada y estableció la obligación de aplicar la prisión preventiva oficiosa a ciertos delitos considerados como de alto impacto.

Aunque estas medidas tenían como objetivo enfrentar efectivamente la criminalidad, su introducción plateó un desafío al enfoque restaurativo, que buscaba la reparación del daño como prioridad sobre la retribución punitiva. Así, la prisión preventiva oficiosa generó interrogantes sobre si era coherente con los principios

del NSJP y si podía considerarse como una medida que respetara plenamente los derechos fundamentales de los imputados. Esta aparente contradicción planteó una cuestión que será analizada a continuación: ¿la prisión preventiva oficiosa encaja con los objetivos del NSJP? Y, más aún ¿Es constitucional?.

5. JURISPRUDENCIA EMITIDA POR LA SCJN RELACIONADA CON LA PRISIÓN PREVENTIVA OFICIOSA.

En los últimos años, la SCJN ha emitido una serie de resoluciones que han limitado el uso de este argumento. En 2019, la SCJN resolvió la acción de inconstitucionalidad 130/2019, en la que declaró inconstitucional esta medida en los casos de delitos de delincuencia organizada. En 2020, la SCJN resolvió la acción de inconstitucionalidad 106/2020, en la que declara está sanción violatoria de derechos humanos en delitos contra la salud. Mediante esta sentencia criterios de la SCJN establecieron que:

“Se obliga a los jueces a mantener en prisión a las personas acusadas de determinados delitos, sin que exista una valoración individualizada de los riesgos procesales que justifican su imposición” (Amparo en Revisión 26/2021 Prisión Preventiva Oficiosa, 2021)

A partir de la sentencia de la CIDH, varios estados de la República Mexicana han reformado sus códigos penales para eliminar la prisión preventiva oficiosa. En 2022, los estados de Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Ciudad de México, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas ha eliminado casos de delitos no graves.

En los estados de Aguascalientes, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán, sólo se puede imponer en los casos de delitos graves y se sigue luchando por erradicar mediante reformas a sus Código Penales la erradicación de este tipo de medida.

6. ARGUMENTOS CONTRADICTORIOS RESPECTO A LA PRISIÓN PREVENTIVA OFICIOSA.

La imposición de este tipo de prisión es considerada como una medida de tipo cautelar que obliga y conduce a los jueces del Estado mexicano a mantener en prisión a las personas acusadas de determinados delitos, sin que exista aun, una valoración individualizada de los riesgos procesales que justifican su imposición. Esta medida ha sido ampliamente criticada por Organismos Internacionales de Derechos Humanos, que la consideran una violación al principio de presunción de inocencia y al derecho a la libertad personal.

Los principales argumentos que se señalan en contradictoria son:

1. Viola el derecho a la presunción de inocencia: la presunción de inocencia es un principio fundamental del derecho penal, el cual establece que toda “persona será inocente hasta que sea demostrado lo adverso”. Por lo tanto, este tipo de prisión preventiva oficiosa presupone una inversión de la carga de la prueba, ya que la persona acusada es quien deberá demostrar su inocencia para evitar la privación de su libertad.

2. Es una medida desproporcionada:

Es una medida de última ratio, que debe aplicarse únicamente cuando sea estrictamente necesario, asegurar la presencia del

señalado en el proceso o para evitar la comisión de nuevos delitos. Este tipo de prisión se aplica de forma automática en los casos de delitos graves, sin que sean consideradas las circunstancias particulares en el caso.

3. Tiene un impacto negativo en el sistema judicial:

la prisión preventiva oficiosa contribuye al hacinamiento en las prisiones, lo cual dificulta las medidas de reinserción social de las personas privadas de su libertad. Además de que la prisión preventiva puede afectar el derecho a una adecuada defensa, debido a que posteriormente las personas recluidas tienen más dificultades para acceder a los recursos necesarios para su defensa.

En el caso que llegó a la Corte en materia internacional denominado **García Rodríguez y otros vs. México** la “Corte Interamericana de Derechos Humanos” (CIDH) determinó que esta sanción como está previsto en el artículo 19 de la Constitución Mexicana, es incompatible con la “Convención Americana de Derechos Humanos”.

La CIDH consideró que la prisión preventiva oficiosa viola el principio de presunción de inocencia, ya que presupone la culpabilidad de la persona acusada. Además, la CIDH consideró que la prisión preventiva oficiosa puede tener un impacto desproporcionado en las personas acusadas, especialmente en las personas pobres y vulnerables. Además, la CIDH consideró que la prisión preventiva oficiosa puede tener un impacto desproporcionado en las personas acusadas, especialmente en las personas pobres y vulnerables.

La decisión de la CIDH ha tenido un impacto significativo en el sistema judicial mexicano. En 2022, la “Suprema Corte de Justicia de la Nación” (SCJN) declaró inconstitucional este tipo de prisión en

los casos de delitos no graves. Sin bien la SCJN aún debe resolver la constitucionalidad en los casos de delitos considerados como graves. Actualmente se siguen determinando este tipo de valorativas para poder modificar la ley y quitar la “Prisión Preventiva Oficiosa” en los 32 estados de la República Mexicana.

7. VIOLACIÓN A PRECEPTOS

La prisión preventiva oficiosa en México contemplada en el artículo 19 de la “Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”, ha sido objeto de debate de controversia debido a las posibles violaciones a principios constitucionales fundamentales. En los siguientes párrafos se analizarán los preceptos constitucionales que se argumenta que sirven comprometidos por la aplicación de la prisión preventiva oficiosa en el sistema de justicia mexicano.

1. Presunción de inocencia

El principio de presunción de inocencia, consagrado en el artículo 20 de la Constitución Mexicana, establece que toda persona se presume inocente hasta que se demuestre su culpabilidad. La PPO, al permitir la detención de una persona antes de que se haya demostrado su culpabilidad, pone en riesgo este principio ya que implica una presunción de culpabilidad antes del juicio.

2. Proporcionalidad de la pena

El principio de proporcionalidad y necesidad es fundamental en el derecho penal. Este principio establece que las penas impuestas a una persona debe de ser proporcionales al delito cometido. Sin embargo, este tipo de prisión implica que una persona pueda ser privada de su libertad antes de ser condenada, lo que puede generar una situación de desproporción entre la gravedad del delito y la medida

cautelar impuesta. Así mismo implica que cualquier restricción a la libertad de una persona debe de ser proporcional al delito cometido y necesaria para garantizar la seguridad y comparecencia del acusado. La PPO, al imponer la detención automática en ciertos delitos, podría no ser proporcional y necesaria en todos los casos violando este principio.

3. Derecho a un juicio justo y debido proceso

El artículo 20 Constitucional, garantiza el derecho a un juicio justo que incluye el derecho a la defensa adecuada y a un juicio sin dilaciones indebidas. La PPO puede dar lugar a la prolongación de la detención previa al juicio, lo que podría ser considerado una dilación indebida y violar este principio. Al aplicar este tipo de prisión de manera automática, se puede limitar el derecho de la persona a presentar pruebas, a tener acceso a un abogado defensor y a contar con un tiempo razonable para preparar su defensa.

4. Derechos humanos y trato digno

La detención preventiva, deberá de llevarse a cabo respetando los derechos humanos y garantizando un trato digno a las personas detenidas. La PPO, si no se aplica de manera justa y respetuosa, podría dar lugar a violaciones de los derechos humanos y a un trato inhumano o degradante.

5. Acceso a la justicia

El acceso a la justicia es un principio central en el Estado de Derecho. La PPO podría dificultar el acceso a una defensa efectiva, ya que las personas detenidas podrían tener dificultades para preparar su caso y colaborar con sus abogados mientras estén en un proceso de reclusión.

6. El derecho a la libertad personal

La libertad personal es un derecho fundamental que solo puede ser restringido en casos estrictamente necesarios. La PPO es una medida cautelar que implica la privación de la libertad personal.

Este tipo de prisión se justifica en casos en los que existe un riesgo real de que la persona acusada evada la justicia o interfiera con el proceso. Sin embargo, en la práctica, la prisión preventiva oficiosa se usa de manera indiscriminada, incluso en casos en los que no existe un riesgo real de fuga o obstrucción de la justicia.

La prisión preventiva oficiosa en México, ha sido objeto de críticas debido a las posibles violaciones a principios constitucionales fundamentales. Si bien es necesaria en ciertos casos para garantizar la comparecencia de los acusados y la seguridad pública, es esencial que se aplique de manera justa proporcional y respetuosa de los derechos humanos. La discusión sobre la reforma de la prisión preventiva oficiosa debe centrarse en encontrar un equilibrio entre la protección de la sociedad y el respeto a los derechos y principios constitucionales de las personas acusadas de un delito.

8. IMPACTO DE LA PRISIÓN PREVENTIVA OFICIOSA EN MÉXICO.

La prisión preventiva oficiosa, es una figura legal que ha generado un amplio debate en México, debido a su impacto en el sistema de justicia penal. Esta medida se aplica cuando un individuo es detenido y encarcelado antes de que se lleve a cabo su juicio, sin necesidad de que exista una sentencia condenatoria previa.

El objetivo de la PPO es garantizar la seguridad pública y evitar la impunidad en casos considerados como graves, tales como delitos de

alto impacto o delitos relacionados con la delincuencia organizada. Sin embargo, su aplicación ha generado preocupación y críticas por parte de diversos sectores de la sociedad.

En los últimos años la prisión preventiva oficiosa, se ha convertido en una práctica generalizada en México. En el año 2023, el 70% de las personas por qué se encuentran con esta medida cautelar, no habían sido condenadas por un delito. Esto significa que la mayoría de las personas que se encuentran en prisión preventiva son inocentes, pero se encuentran privadas de su libertad sin haber sido juzgados. (Esquivé, 2022)

Sin embargo, el impacto de la prisión preventiva oficiosa en México también ha generado preocupaciones significativas. Algunas de las críticas incluyen: el impacto negativo en los derechos humanos de las personas acusadas, en el funcionamiento del sistema de justicia penal y en la sociedad en general.

1. Impacto en los derechos humanos.

La prisión preventiva oficiosa viola una serie de derechos humanos entre los cuales se encuentran:

- ***La presunción de inocencia:*** la cual supone que la persona acusada es culpable del delito que se le imputa, lo que viola este principio de derechos humanos, el cual establece que toda persona es inocente hasta que se le declare culpable mediante sentencia firme.
- ***El derecho a la libertad personal:*** implica la privación de la libertad personal, lo cual es un derecho fundamental que sólo puede ser restringido en casos estrictamente necesarios.
- ***El derecho a la defensa:*** puede dificultar el derecho a que una

persona acusada sea defendida ya que puede dificultar el acceso a pruebas y testigos.

2. Impacto en el sistema de justicia penal

Esta medida cautelar tiene un impacto negativo en el funcionamiento del sistema de justicia penal ya que puede:

- ***Aumentar la carga de trabajo de los tribunales:*** puede generar un aumento en el número de casos que deben ser atendidos por los tribunales. Esto genera retrasos en los procesos judiciales y dificulta el acceso a la justicia.
- ***Desalentar a las personas a denunciar delitos:*** esta medida puede sentar a las personas a denunciar ya que pueden temer ser acusadas y privadas de su libertad.
- ***Incrementar la corrupción:*** Puede generar incentivos para la corrupción debido a que las personas pueden verse obligadas a pagar sobornos para evitar ser enviadas a prisión.
- ***Sobrepoblación carcelaria:*** la imposición automática de esta presión ha llevado a un aumento en la población carcelaria de México. Esto ha generado problemas de hacinamiento en las cárceles y ha contribuido a la precariedad del sistema penitenciario.

3. Impacto en la sociedad

Dicha medida cautelar puede tener un impacto negativo en la sociedad en general ya que puede:

- ***Perpetuar la desigualdad:*** puede afectar de manera

desproporcionada a las personas pobres y marginadas, o sea que este tipo de personas tienen menos recursos para defenderse.

- **Generar estigmatización:** puede generar estigmatización hacia las personas acusadas, incluso si éstas mismas son declaradas inocentes.
- **Aumentar la violencia:** puede generar un aumento de la violencia, debido a que las personas que se encuentran en prisión pueden estar más expuestas a crímenes y a la delincuencia.

CONCLUSIONES

- Este tipo de prisión es una medida que viola el “derecho a la presunción de inocencia”, lo cual tiene un impacto negativo en el sistema judicial. Es importante que el estado mexicano adopte medidas para reducir ampliamente su uso, y garantizar que esta medida se aplique únicamente cuando sea estrictamente necesaria.
- Aunque esta medida cautelar se ha justificado cómo necesaria para combatir el crimen organizado y otros delitos graves, ha generado problemas significativos relacionados con la sobrepoblación carcelaria, la violación de derechos humanos y la inequidad en el sistema de justicia. La evaluación de su eficacia y su impacto en la sociedad sigue siendo un tema de debate en México.
- Dicha medida tiene un impacto significativo en el sistema de justicia penal de México. Si bien busca garantizar la seguridad pública, su aplicación debe ser cuidadosa y garantizar los derechos fundamentales de los individuos involucrados. Es

necesario promover un debate informado y buscar alternativas que permitan una justicia más justa y equitativa.

- La eliminación de esta sanción sería un paso importante para fortalecer el estado de derecho en el Estado Mexicano. La PPO es una medida que viola los derechos humanos y que ha sido utilizada de manera abusiva por las autoridades mexicanas. La eliminación de esta medida permitiría garantizar que las personas acusadas de delitos tengan un proceso justo y que no sean privadas de su libertad sin una justificación adecuada.
- La eliminación de la prisión preventiva oficiosa sino siempre y cuando se demuestre su necesidad por el temor fundado de fuga, tendría las siguientes consecuencias positivas:

1. Fortalecería el principio de presunción de inocencia. La PPO presupone la culpabilidad de la persona acusada, lo que viola el principio constitucional. La eliminación de esta medida permitiría garantizar que las personas acusadas de delitos sean consideradas inocentes hasta que se demuestre lo contrario.

2. Reduciría el uso abusivo de la prisión preventiva. Debido a que ha sido utilizada de manera abusiva por las autoridades mexicanas para reprimir a la disidencia política y para criminalizar la pobreza. La eliminación de esta medida permitiría reducir el uso arbitrario de la prisión preventiva.

3. Mejoraría el acceso a la justicia. La prisión preventiva puede dificultar el acceso a la justicia de las personas acusadas de delitos. La eliminación de esta medida permitiría que las personas acusadas de delitos puedan participar en su proceso judicial de manera más efectiva.

BIBLIOGRAFÍA

Amnistía Internacional. (1961). *Amnistía Internacional*.

Asamblea General de las Naciones Unidas. (1948). *Declaración universal de los derechos humanos*.

Consejo de la Judicatura Federal. (2023). *Cuando se reclama en un juicio de amparo la prisión preventiva oficiosa, la suspensión provisional deberá concederse con efectos restitutorios en tutela anticipada*. Ciudad de México, México.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2023). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de febrero de 2023.

Convención contra la tortura y otros tratos o penas crueles, inhumanos o degradantes. (1985).

Código Civil Federal. (2022). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de marzo de 2022.

Código Nacional de Procedimientos Penales. (2021). Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de abril de 2021.

Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2023). *Caso García Rodríguez y otro vs. México*.

Díaz, J. R. (2022). *Protección a la prisión preventiva oficiosa*. Suprema Corte de Justicia de la Nación.

El País. (2023). *La Suprema Corte aprueba eliminar la prisión preventiva oficiosa para los delitos fiscales*.

Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana. (2023).

https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/ensu/ensu2023_04.pdf

Esquivel, R. G. (2022, agosto 12). *La presunción de operaciones inexistentes en materia fiscal y los elementos probatorios relevantes para acreditar la materialidad*.

<https://www.unla.mx/blogunla/la-presuncion-de-operaciones-inexistentes-en-materia-fiscal-y-los-elementos-probatorios-relevantes->

para-acreditar-la-materialidad

Gómez, H. (2021, septiembre 13). *Breve historia de la prisión preventiva oficiosa*. <https://eljuegodelacorte.nexos.com.mx/breve-historia-de-la-prision-preventiva-oficiosa/>

Gómez, A. E. (2022). *Con juicio o prejuicio: la prisión preventiva oficiosa en México*. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Violencia contra la mujer*.

<https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=violencia+contra+la+mujer>

México Evalúa. (2022). *La prisión preventiva oficiosa es inconvencional*. México.

Olivares, L. E. (2022, agosto 25). *¿En qué quedó la prisión preventiva oficiosa en México?*

Prisión preventiva oficiosa. (2022, mayo 21).

<https://hchr.org.mx/wp/wp-content/uploads/2018/12/PrisionPreventivaOficiosa.pdf>

Suprema Corte de Justicia de la Nación. (2021). *Amparo en revisión 26/2021*.

Suprema Corte de Justicia de la Nación. (2022). *Amparo en revisión 265/2022*.

Universidad Nacional Autónoma de México. (2021). *Prisión preventiva oficiosa*. México.

Ramírez, S. G. (2021). *Constitución y regresión penal: prisión preventiva*. *Ciencia Jurídica*.

Agenda Estado de Derecho. (2023, febrero 2). *La prisión preventiva oficiosa: análisis de su incidencia en México*.

<https://agendaestadodederecho.com/la-prision-preventiva-oficiosa-analisis-de-su-incidencia-en-mexico/>



CRISPR: de promesa experimental a terapia real

Autores:

Alejandro Bailón Luna¹

Alan Enrique Rentería Jaimes¹

Julio Adrián Jacobo Rocha¹

Institución de Adscripción:

¹Universidad La Salle Morelia

Correo Electrónico Institucional:

232279@ulsamorelia.edu.mx

232279@ulsamorelia.edu.mx

232285@ulsamorelia.edu.mx

RESUMEN

En los últimos años, la edición genética ha dejado de ser ciencia futurista para convertirse en una posibilidad médica concreta. Entre todas las herramientas desarrolladas, CRISPR ocupa un lugar central por permitir intervenir directamente en el material genético con una precisión antes impensable. Este artículo analiza ese cambio a partir de evidencia reciente y verificable, con atención especial en enfermedades hereditarias graves como la anemia falciforme y la beta talasemia dependiente de transfusión, condiciones que generan dolor, discapacidad y muerte prematura, mientras los tratamientos tradicionales no corrigen el origen del problema.

A partir de una revisión de artículos científicos, documentos regulatorios y publicaciones de organismos internacionales, se examinan tres aspectos: la aprobación de Casgevy como la primera terapia basada en CRISPR autorizada para uso humano; los resultados clínicos favorables en pacientes con ambas enfermedades; y el surgimiento de terapias personalizadas.

El análisis muestra que CRISPR ya no pertenece únicamente al laboratorio, aunque su incorporación a la medicina real enfrenta límites importantes: altos costos, complejidad del procedimiento, vigilancia a largo plazo y desigualdad en el acceso. La edición genética representa el inicio de una nueva etapa médica esperanzadora, que exige prudencia, regulación y responsabilidad colectiva.

Palabras clave: CRISPR, genes, ADN, edición genética, medicina genética.

CUANDO LA CIENCIA DEJA DE SER PROMESA

Hay avances científicos que, aun antes de consolidarse, capturan la imaginación de la sociedad. La edición genética es uno de ellos. La sola idea de modificar el ADN para corregir enfermedades parece sacada de una novela de ciencia ficción, pero en realidad se ha convertido en uno de los campos más serios y prometedores de la medicina actual. En tiempos donde la ciencia avanza a gran velocidad, pocas innovaciones han generado tanta expectativa como CRISPR, una herramienta que transformó la manera en que los investigadores piensan la relación entre genes y enfermedad.

El interés que despierta CRISPR no se explica solo por su novedad técnica. También responde a una pregunta profundamente humana: ¿qué ocurriría si pudiéramos intervenir en la raíz de ciertas enfermedades y no solo tratar sus síntomas? Durante mucho tiempo, la medicina ha luchado por aliviar el dolor, prolongar la vida y contener el deterioro que provocan padecimientos hereditarios graves. Sin embargo, en muchos casos el tratamiento solo logra administrar las consecuencias del problema, no eliminar su causa. Ahí radica buena parte de la fascinación que rodea a la edición genética: en la posibilidad de actuar justo en el nivel donde la enfermedad comienza.

Este debate se vuelve todavía más relevante cuando se observa el peso real de enfermedades como la anemia falciforme o la beta talasemia dependiente de transfusión. No se trata de padecimientos raros y abstractos, sino de condiciones que alteran profundamente la vida de millones de personas. La World Health Organization (2024) estimó que en 2021 había 7.74 millones de personas viviendo con anemia falciforme en el mundo y 515 mil nacimientos nuevos, con una carga especialmente alta en África subsahariana. Detrás de esas cifras existen historias marcadas por crisis dolorosas,

hospitalizaciones frecuentes, tratamientos largos y una calidad de vida severamente comprometida.

Por eso, hablar de CRISPR no es hablar únicamente de biología molecular. Es hablar también de esperanza, de desigualdad, de regulación y de los límites éticos de la intervención humana sobre la vida. La importancia del tema no es solo científica, sino también social. La anemia falciforme, por ejemplo, puede provocar crisis de dolor intenso, anemia, infecciones y daño progresivo en diversos órganos; la beta talasemia dependiente de transfusión obliga a transfusiones constantes y a tratamientos complementarios durante años. Aunque existen opciones terapéuticas que mejoran el curso de estas enfermedades, muchas veces no resuelven el problema de fondo. Incluso el trasplante de médula ósea, que puede ser curativo, solo está disponible para una parte reducida de los pacientes (Food and Drug Administration [FDA], 2023, 2024; World Health Organization, 2024).

En este escenario, CRISPR empezó a dejar de ser una promesa abstracta para convertirse en una posibilidad clínica concreta. Entre 2023 y 2025 ocurrió un cambio decisivo: el Reino Unido autorizó la primera terapia basada en CRISPR-Cas9 para uso médico; poco después, la FDA aprobó Casgevy para anemia falciforme y, más tarde, para beta talasemia dependiente de transfusión. La European Medicines Agency también autorizó su uso en la Unión Europea, mientras que el National Institute for Health and Care Excellence recomendó su incorporación bajo esquemas de acceso controlado. En paralelo, en 2025 se reportó el caso de una terapia personalizada de edición genética para un lactante con deficiencia de CPSI, lo que amplió todavía más el horizonte de esta tecnología (Medicines and Healthcare products Regulatory Agency [MHRA], 2023; FDA, 2023, 2024; European Medicines Agency [EMA], 2024; National Institute for Health and Care Excellence [NICE], 2025; National Institutes of

Health [NIH], 2025).

Todo esto plantea una pregunta central: si CRISPR ya comenzó a salir del laboratorio y entrar a la clínica, ¿estamos frente a una revolución médica o ante un avance prometedor cuyos beneficios aún deben ser examinados con cautela? Este artículo parte de la idea de que la edición genética puede transformar el tratamiento de enfermedades monogénicas graves, pero solo si logra demostrar eficacia duradera, seguridad razonable y posibilidades de acceso más justas. A partir de esa premisa, interesa recorrer el camino que va desde la expectativa general sobre la edición genética hasta el caso concreto de terapias ya aprobadas, para comprender no solo lo que esta tecnología puede hacer, sino también lo que todavía no resuelve.

DEL LABORATORIO A LA VIDA REAL

Uno de los grandes problemas de la medicina contemporánea es que existen enfermedades cuyo origen se conoce con bastante claridad, pero cuya corrección sigue siendo difícil, costosa o directamente inaccesible. Ese es el caso de varias enfermedades monogénicas, es decir, padecimientos asociados a alteraciones concretas en un gen. A pesar de los avances en diagnóstico y seguimiento, muchas personas continúan viviendo con tratamientos que apenas logran contener los efectos más graves de la enfermedad. La distancia entre comprender una mutación y poder corregirla sigue siendo, en numerosos casos, enorme.

Esa brecha entre conocimiento y solución explica por qué CRISPR adquirió tanta relevancia en tan poco tiempo. Más allá de su complejidad biológica, la herramienta fue recibida como una nueva forma de pensar la medicina: no solo como un conjunto de medidas para reducir síntomas, sino como una intervención dirigida a los

mecanismos que producen la enfermedad. Ahí radica su fuerza simbólica y científica. El atractivo de CRISPR no está únicamente en su capacidad técnica, sino en lo que representa: la posibilidad de que la medicina deje de “rodear” ciertos problemas genéticos y comience, al menos en algunos casos, a intervenirlos desde su base.

Esta transición, no ocurrió de manera repentina ni aislada. Se apoya en años de investigación, en hallazgos previos sobre el comportamiento de la hemoglobina y en la búsqueda constante de alternativas para pacientes cuya vida cotidiana ha estado marcada por dolor, transfusiones y hospitalización. Desde esta perspectiva, el desarrollo de Casgevy no puede entenderse solo como un producto farmacéutico novedoso, sino como la culminación provisional de una larga cadena de conocimiento científico. El hecho de que una terapia basada en CRISPR haya sido autorizada por organismos regulatorios importantes cambió el estatuto mismo de la edición genética: ya no pertenece exclusivamente al terreno de la posibilidad, sino también al de la práctica clínica supervisada (MHRA, 2023; FDA, 2023, 2024; EMA, 2024; NICE, 2024, 2025).

Sin embargo, el entusiasmo que rodea a esta innovación no debe conducir a una visión simplista. Parte de la divulgación científica responsable consiste en evitar tanto el sensacionalismo como el miedo infundado. CRISPR no es una “cura mágica” capaz de corregir cualquier enfermedad de manera inmediata. Tampoco es una amenaza automática por el hecho de intervenir material genético. Es, más bien, una herramienta poderosa cuyo valor depende del contexto en que se use, de la calidad de la evidencia que la respalde y de los mecanismos sociales que regulen su aplicación.

En el caso de la anemia falciforme, la evidencia clínica disponible ha sido especialmente llamativa. Según la evaluación regulatoria de la FDA, 93.5% de los pacientes tratados con Casgevy alcanzó el criterio

VF12, es decir, permaneció libre de crisis graves durante al menos 12 meses. Además, el estudio publicado en *The New England Journal of Medicine* reportó la eliminación de crisis vasooclusivas durante 12 meses o más en 97% de los pacientes evaluables (FDA, 2023; Frangoul et al., 2024). Más allá del dato numérico, lo importante es comprender lo que esto significa en términos humanos: menos dolor, menos hospitalizaciones y una posibilidad concreta de modificar el curso de una enfermedad históricamente devastadora. Algo parecido, puede decirse sobre la beta talasemia dependiente de transfusión. La FDA señaló que 91.4% de los pacientes tratados alcanzó independencia transfusional durante al menos 12 meses, manteniendo niveles adecuados de hemoglobina. Los resultados del estudio clínico también mostraron datos favorables, con 32 de 35 pacientes evaluables alcanzando ese objetivo (FDA, 2024; Locatelli et al., 2024). En un contexto donde la vida de muchas personas depende de transfusiones frecuentes y tratamientos prolongados, estos resultados representan algo más que una mejora clínica: sugieren la posibilidad de una transformación profunda en la experiencia de vivir con la enfermedad.

Aun así, sería un error interpretar estos resultados como si cerraran por completo el debate. Toda innovación médica relevante abre, al mismo tiempo, nuevas posibilidades y nuevas preguntas. En este caso, uno de los principales desafíos es que el procedimiento sigue siendo complejo. No se trata de una terapia simple ni de acceso inmediato. Requiere procesos especializados, preparación médica intensa y seguimiento prolongado. Además, las agencias regulatorias han insistido en la necesidad de vigilar los posibles efectos no deseados a largo plazo, incluidos aquellos relacionados con la edición fuera de objetivo. Un estudio publicado en 2024 ofreció datos alentadores sobre la especificidad de la terapia, pero eso no elimina la necesidad de prudencia (FDA, 2023, 2024; Yen et al., 2024).

Aquí aparece uno de los puntos más importantes del debate: la diferencia entre poder científico y acceso real. La historia de la medicina muestra que no basta con demostrar que una tecnología funciona; también es necesario preguntarse quién podrá beneficiarse de ella. En el caso de CRISPR, esta cuestión es especialmente delicada. Muchas de las enfermedades para las que la edición genética resulta prometedora afectan con fuerza a poblaciones que viven en contextos de desigualdad sanitaria. Sin embargo, las terapias más avanzadas suelen desarrollarse y aplicarse en sistemas de salud altamente especializados. Como ha señalado Nature Medicine, garantizar acceso equitativo a estas terapias sigue siendo una tarea pendiente, marcada por el costo y la complejidad de producción (Healey, 2024).

Esta dimensión social, obliga a ampliar la discusión más allá del éxito clínico. Una medicina verdaderamente transformadora no debería medirse solo por su sofisticación tecnológica, sino también por su capacidad de responder a necesidades reales sin profundizar las desigualdades existentes. De poco serviría inaugurar una nueva etapa de la medicina de precisión si sus beneficios quedaran restringidos a una minoría. En ese sentido, la prudencia mostrada por organismos como NICE, al recomendar esquemas de acceso administrado, refleja que incluso frente a resultados prometedores persisten dudas razonables sobre sostenibilidad, costo y aplicación a gran escala (NICE, 2024, 2025).

La discusión ética también forma parte esencial del tema. La edición genética, incluso cuando se aplica con fines terapéuticos, obliga a pensar en regulación, transparencia y responsabilidad pública. La World Health Organization (2021) ha insistido en que el desarrollo de estas tecnologías debe estar acompañado por marcos de gobernanza robustos, cooperación internacional y vigilancia frente a prácticas inseguras. Esto es importante porque la edición genética

no solo modifica procedimientos médicos; también transforma la manera en que la sociedad imagina la enfermedad, la intervención científica y los límites de lo posible.

Por otra parte, el caso reportado en 2025 sobre un lactante tratado con una terapia personalizada para deficiencia de CPSI sugiere que CRISPR podría no limitarse a enfermedades relativamente frecuentes. La posibilidad de diseñar tratamientos para casos ultrarraros o incluso específicos de un solo paciente cambia radicalmente el horizonte de la medicina de precisión. No obstante, conviene no exagerar el alcance inmediato de estos avances. Se trata de señales importantes, sí, pero todavía preliminares. En ciencia, una prueba de concepto puede abrir una puerta enorme, aunque eso no significa que el camino ya esté despejado (NIH, 2025).

UNA REVOLUCIÓN MÉDICA CON LÍMITES Y RESPONSABILIDADES

CRISPR se ha convertido en uno de los símbolos más poderosos de la ciencia contemporánea porque resume una aspiración antigua y profundamente humana: corregir aquello que durante mucho tiempo solo pudo soportarse o administrarse. Su paso del laboratorio a la medicina real marca un cambio de enorme relevancia. Con la aprobación de Casgevy y con los resultados observados en anemia falciforme y beta talasemia, la edición genética dejó de ser una promesa lejana para convertirse en una posibilidad clínica tangible (FDA, 2023, 2024; Frangoul et al., 2024; Locatelli et al., 2024).

Sin embargo, el verdadero valor de este avance no puede medirse solo por el impacto de sus primeros resultados, sino por la forma en que la sociedad decida integrarlo. CRISPR

inaugura una etapa esperanzadora, pero también exigente. Exige vigilancia científica, regulación ética, prudencia institucional y, sobre todo, un debate serio sobre justicia en el acceso. La pregunta más importante no es únicamente hasta dónde puede llegar la edición genética, sino bajo qué condiciones ese futuro podrá considerarse verdaderamente humano y compartido.

REFERENCIAS

Campbell, S. T. (2024). Approval of the first CRISPR-Cas9 gene editing therapy for sickle cell disease. *Clinical Chemistry*, 70(10), 1298. Recuperado el viernes 20 de marzo de 2026. (<https://doi.org/10.1093/clinchem/hvae038>)

European Medicines Agency. (2024). Casgevy. Recuperado el viernes 20 de marzo de 2026. (<https://www.ema.europa.eu/en/medicines/human/EPAR/casgevy>)

Food and Drug Administration. (2023, December 8). FDA approves first gene therapies to treat patients with sickle cell disease. Recuperado el 20 de marzo de 2026. (<https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-first-gene-therapies-treat-patients-sickle-cell-disease>)

Food and Drug Administration. (2023, December 8). Summary basis for regulatory action: CASGEVY. Recuperado el viernes 20 de marzo de 2026. (<https://www.fda.gov/media/175179/download>)

Food and Drug Administration. (2024, January 16). Summary basis for regulatory action: CASGEVY. Recuperado el viernes 20 de marzo de 2026. (<https://www.fda.gov/media/175842/download>)

Frangoul, H., Locatelli, F., Sharma, A., Bhatia, M., Mapara, M., Molinari, L., Wall, D., Liem, R. I., Telfer, P., Shah, A. J., Cavazzana, M., Corbacioglu, S., Rondelli, D., Meisel, R., Dedeken, L., Lobitz, S., de Montalembert, M., Steinberg, M. H., Walters, M. C., ... Grupp, S. A. (2024). Exagamglogene autotemcel for severe sickle cell disease. *New England Journal of Medicine*, 390(18), 1649–1662. Recuperado 21 de marzo de 2026. (<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2309676>)

Healey, N. (2024, August 5). Next-generation CRISPR-based gene-editing therapies tested in clinical trials. *Nature Medicine*. Recuperado el 21 de marzo de 2026. (<https://www.nature.com/articles/d41591-024-00056-8>)

Locatelli, F., Lang, P., Wall, D., et al. (2024). Exagamglogene autotemcel for transfusion-dependent β -thalassemia. *New England Journal of Medicine*, 390(18), 1663–1676. Recuperado el 21 de marzo de 2026. (<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2309673>)

Medicines and Healthcare products Regulatory Agency. (2023, November 15). MHRA authorises world-first gene therapy that aims to cure sickle-cell disease and transfusion-dependent thalassemia. Recuperado el 22 de marzo de 2026. (<https://www.gov.uk/government/news/mhra-authorises-world-first-gene-therapy-that-aims-to-cure-sickle-cell-disease-and-transfusion-dependent-thalassemia>)

National Institute for Health and Care Excellence. (2025, February 26). Exagamglogene autotemcel for treating severe sickle cell disease in people 12 years and over. Recuperado el 22 de marzo de 2026. (<https://www.nice.org.uk/guidance/ta1044>)

National Institutes of Health. (2025, May 15). Infant with rare, incurable disease is first to successfully receive personalized gene therapy treatment. Recuperado el 22 de marzo de 2026. (<https://www.nih.gov/news-events/news-releases/infant-rare-incurable-disease-first-successfully-receive-personalized-gene-therapy-treatment>)

World Health Organization. (2021). Human genome editing: recommendations. Recuperado el 22 de marzo de 2026. (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240030381>)

World Health Organization. (2024). Sickle-cell disease. Recuperado el 22 de marzo de 2026. (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sickle-cell-disease>)





Un enfoque de juego dinámico robusto para la estabilización de la deuda gubernamental bajo incertidumbre.

Autores:

Dr. Jorge Manuel Ortega Martínez^{1,2}

(ORCID: 0000-0003-2765-7478)

Dra. Victoria Celeste Rodríguez Carreón¹

(ORCID: 0000-0003-1463-8294)

Dr. Manuel Alejandro Jiménez Lizárraga¹

(ORCID: 0000-0002-1071-220X)

Institución de Adscripción:

**¹Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas,
Universidad Autónoma de Nuevo León**

²Universidad La Salle Morelia

Correo Electrónico Institucional:

jmortegam@ulsamorelia.edu.mx

RESUMEN

Este trabajo estudia un juego dinámico no cooperativo lineal-cuadrático afín con dos jugadores en tiempo discreto y horizonte finito, afectado por ruido estocástico y perturbaciones deterministas. Estas últimas se modelan como un jugador ficticio adversarial que maximiza las funciones de costo de los jugadores reales. Mediante programación dinámica robusta se establecen condiciones suficientes para la existencia de un equilibrio de Nash en realimentación robusta, obtenido a través de ecuaciones en diferencias hacia atrás. El enfoque se aplica a la estabilización de la deuda pública y un ejemplo numérico muestra la eficacia de las estrategias propuestas bajo incertidumbre.

Palabras clave: *Juego dinámico no cooperativo, programación dinámica robusta, equilibrio de Nash en realimentación, deuda pública, incertidumbre.*

ABSTRACT

This paper studies a two-player affine linear-quadratic noncooperative dynamic game in discrete time with a finite horizon under stochastic noise and deterministic disturbances. The disturbances are modeled as an adversarial fictitious player that maximizes the players' cost functions. Using robust dynamic programming, sufficient conditions for the existence of a robust feedback Nash equilibrium are derived via backward difference equations. The approach is applied to government debt stabilization, and numerical results illustrate the effectiveness of the proposed strategies under uncertainty.

INTRODUCCIÓN

La teoría de juegos dinámicos proporciona un marco analítico adecuado para estudiar la interacción estratégica entre agentes que toman decisiones interdependientes a lo largo del tiempo en contextos económicos, políticos y financieros. Este enfoque permite modelar situaciones caracterizadas por comportamiento optimizador, presencia de múltiples decisores, efectos intertemporales de las políticas y sensibilidad a la incertidumbre del entorno (Engwerda, 2005). En particular, los juegos dinámicos lineal-cuadráticos han sido ampliamente utilizados por su tractabilidad analítica y su capacidad para capturar interacciones estratégicas en sistemas económicos dinámicos.

En la práctica económica, los responsables de política rara vez operan en condiciones de certeza. La presencia simultánea de choques estocásticos y perturbaciones de naturaleza determinista introduce trayectorias potencialmente impredecibles que no dependen exclusivamente de las decisiones de los agentes. Bajo estas condiciones, el análisis dinámico resulta especialmente pertinente, ya que permite describir la evolución del estado económico mediante ecuaciones en diferencias y caracterizar las respuestas óptimas de los participantes mediante reglas de realimentación.

Desde el punto de vista metodológico, la programación dinámica de Bellman constituye una herramienta central para el análisis intertemporal bajo incertidumbre, al proporcionar condiciones de optimalidad a través de ecuaciones funcionales hacia atrás

(Bellman, 1957). Este enfoque complementa métodos clásicos como el principio máximo de Pontryagin (Pontryagin, 2018) y resulta particularmente conveniente en problemas discretos de horizonte finito. En entornos no cooperativos, cada agente minimiza su propio índice de desempeño, lo que conduce naturalmente al concepto de equilibrio de Nash como solución del problema estratégico (Başar & Olsder, 1998; Engwerda, 2005).

Estudios recientes han analizado estrategias de Pareto y de Nash para sistemas discretos con ruido dependiente de la entrada de control; sin embargo, con frecuencia no se incorpora explícitamente la presencia conjunta de perturbaciones deterministas dentro de un esquema de programación dinámica robusta (Zhu & Zhang, 2016). Esta omisión es relevante en aplicaciones macroeconómicas donde coexisten distintas fuentes de incertidumbre y donde el análisis de peor caso puede aportar información útil para el diseño de políticas.

La interacción entre política fiscal y política monetaria ha sido ampliamente reconocida como un elemento central en la estabilidad macroeconómica y la sostenibilidad de la deuda pública. Mientras la autoridad fiscal determina niveles de gasto, déficit e impuestos, la autoridad monetaria influye sobre variables como tasas de interés, inflación y emisión monetaria, afectando directamente la dinámica de la deuda gubernamental. En contextos de incertidumbre económica, choques externos o restricciones institucionales, la coordinación entre ambas políticas adquiere especial relevancia, ya que decisiones tomadas de manera

independiente pueden generar trayectorias inestables o inconsistentes en el tiempo. Diversos estudios han analizado esta interacción estratégica mediante enfoques dinámicos y de teoría de juegos, destacando la importancia de incorporar incertidumbre y horizontes intertemporales en el análisis de políticas económicas (Benigno & Woodford, 2003; Dixit & Lambertini, 2003; Leeper, 1991; Sargent & Wallace, 1981; Van Aarle et al., 1995; Woodford, 2001).

La estabilización de la deuda pública constituye un problema central para numerosas economías, en el cual las autoridades fiscal y monetaria deben ajustar sus instrumentos de manera estratégica y secuencial (Van Aarle, Bovenberg, et al., 1995). Motivado por este contexto, en el presente trabajo se propone un juego dinámico discreto de suma no cero con dos jugadores, formulado en el marco lineal-cuadrático afín y afectado por ruido estocástico y perturbaciones deterministas. Mediante programación dinámica robusta se derivan condiciones suficientes para la existencia de un equilibrio de Nash en realimentación, caracterizado por un sistema de ecuaciones en diferencias hacia atrás. El modelo se emplea para analizar un problema de estabilización de deuda gubernamental bajo incertidumbre.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El problema considerado en este trabajo representa de manera simplificada la interacción estratégica entre dos agentes económicos que influyen sobre la evolución de la deuda pública a lo largo del tiempo. En particular, se supone que las autoridades fiscal y monetaria toman decisiones de forma secuencial en un horizonte temporal finito, buscando estabilizar la deuda alrededor de un valor de referencia. La dinámica de la deuda depende tanto de las acciones de los jugadores como de factores externos inciertos, tales como choques económicos, cambios en las condiciones financieras o perturbaciones exógenas. Bajo este enfoque, el modelo no pretende describir de forma exacta el comportamiento de una economía real, sino proporcionar una herramienta analítica y probabilística que permita estudiar la interacción de políticas económicas bajo incertidumbre.

Para un arreglo $N \in \mathbb{N}$, $x_0, x_1, \dots, x_N$ representa la evolución del juego, donde x_ℓ es el estado del sistema en el tiempo ℓ . A x_0 se le conoce como el estado inicial y x_N es el estado final. El sistema en el estado k está en el estado $x_{\ell-1}$. Durante este periodo de tiempo los jugadores toman sus decisiones y el estado ℓ cambia inmediatamente cuando el estado cambia al estado x_ℓ . La evolución del sistema depende de:

- Las decisiones $u_{1,\ell}, \dots, u_{M,\ell}$ que cada uno de los M jugadores hacen en la etapa ℓ para $\ell \in \{1, 2, \dots, N\}$.
- El proceso estocástico afín

$$x_{\ell+1} = A_{\ell}x_{\ell} + \sum_{j=1}^M B_{j,\ell} u_{j,\ell} + c_{\ell} + w_{\ell} + r_{\ell} \quad (1)$$

para $\ell \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ donde x_{ℓ} es un vector columna aleatorio de n componentes reales, $A_{\ell} \in \mathbb{R}^{n \times n}$, $u_{j,\ell} \in \mathbb{R}^m$ representa la decisión del jugador j -ésimo en la etapa ℓ , $B_{j,\ell} \in \mathbb{R}^{n \times m}$, $c_{\ell} \in \mathbb{R}^n$ es un vector conocido que varía en el tiempo, $w_{\ell} \in \mathbb{R}^n$ es una perturbación determinista desconocida, $r_{\ell} \in \mathbb{R}^n$ es un vector aleatorio con medida nula y covarianza conocida. Se supone que los vectores aleatorios $r_1, \dots, r_N$ no están correlacionados.

La ecuación (1) describe la evolución temporal de la deuda y de las variables asociadas bajo la influencia conjunta de decisiones de política e incertidumbre externa.

A lo largo de este trabajo se utiliza la siguiente notación:

- $A B$ es el conjunto de funciones del conjunto A al conjunto B .
- A^T es la transpuesta de la matriz A .
- $\mathbb{J}_K := \{1, 2, \dots, K\}$.
- $\mathbb{E}(r)$ denota el valor esperado de la variable aleatoria r .
- $\mathbf{0}$ denota el vector cero o la matriz cero según el contexto.
- $S \subset \mathbb{R}^{n \times 1}$ denota el conjunto de posibles estados del juego.

- $W \subset \mathbb{R}^{n \times 1}$ denota el conjunto de valores posibles de las perturbaciones $w_1, w_2, \dots, w_N$.
- $U_{i,s} \subset \mathbb{R}^{m \times 1}$ denota el conjunto de posibles decisiones del i -ésimo jugador cuando el sistema está en el estado s .
- $U_i := \cup_{s \in S} U_{i,s}$ denota el conjunto de posibles decisiones del i -ésimo jugador.

El sistema (1) modela la evolución dinámica del juego bajo la interacción estratégica de los jugadores y la presencia de incertidumbre. El i -ésimo jugador debe minimizar una expresión de la forma

$$\begin{aligned}
 J_{i,\ell}(u_{1,\ell}, \dots, u_{M,\ell}, x_\ell, w_\ell) \\
 = \mathbb{E} \left[y_{\ell-1}^T Q_{i,\ell} y_{\ell-1} + \sum_{j=1}^M u_{j,\ell}^T R_{i,j,\ell} u_{j,\ell} \right. \\
 \left. - y_{\ell-1}^T Q_{i,\ell} y_{\ell-1} - w_\ell^T T_{i,\ell} w_\ell \right]
 \end{aligned} \tag{2}$$

donde:

- Cada $J_{i,\ell}: \left(\times_{j=1}^M U_j \right) \times S \times W \rightarrow \mathbb{R}$ es una función cuadrática que representa el costo esperado en el i -ésimo jugador en la etapa ℓ .
- $Q_{i,\ell} \in \mathbb{R}^{n \times n}, R_{i,j,\ell} \in \mathbb{R}^{m \times m}, T_{i,\ell} \in \mathbb{R}^{n \times n}$, son matrices simétricas.
- $R_{i,j,\ell}$ y $T_{i,\ell}$ son matrices positivas definidas.

- $y_{\ell-1} = A_{\ell-1}x_{\ell-1} + \sum_{j=1}^M B_{j,\ell-1} u_{j,\ell-1} + c_{\ell-1} + w_{\ell-1} + r_{\ell-1}$
para $\ell = 1, \dots, N$.

Se define la función $V_{i,\ell}$ como el costo del i -ésimo jugador en la ℓ -ésima etapa, es decir, que si se define $v_\ell := (u_{1,\ell}, \dots, u_{M,\ell})$ como un vector de decisiones para todos los M jugadores en la etapa ℓ , entonces, para $i = 1, \dots, M$, se cumple que:

$$\begin{aligned} V_{i,\ell}((v_\ell, x_{\ell-1}, w_\ell), \dots, (v_N, x_{N-1}, w_N)) \\ &:= \sum_{k=\ell}^N J_{i,k}(u_{1,k}, \dots, u_{M,k}, x_{k-1}, w_k), \text{ para } \ell \\ &= 1, \dots, N \end{aligned} \tag{3}$$

$$V_{i,N+1}(x_N) := 0 \tag{4}$$

Definición 1:

Se dice que $\pi_i^\ell = (\pi_{i,k})_{k=\ell}^N$, donde cada $\pi_{i,k} \in {}^S U_i$ y $\pi_{i,k}(s) \in U_{i,s}$ para cada $s \in S$. El conjunto de todas las políticas para el i -ésimo jugador desde la etapa ℓ en adelante se indicará como $\Pi_{i,\ell}$. También se define el vector $\pi^\ell := (\pi_i^\ell : i = 1, \dots, M) \in \times_{i=1}^M \Pi_{i,\ell}$ como la estrategia conjunta de todos los jugadores desde la etapa ℓ en adelante.

De acuerdo a la Definición 1, el i -ésimo jugador elegirá la decisión $u_{i,\ell}$ en la etapa $\ell \geq 1$ si $u_{i,\ell} = \pi_{i,\ell}(x_{\ell-1})$ para $i = 1, \dots, M$,

suponiendo que las variables del ruido determinista $w_0, \dots, w_{N-1}$ tomarán los peores valores para sus propios objetivos.

OBJETIVO

Asignar al jugador i -ésimo un criterio para encontrar una política π_i^1 , para la cual, dado un estado inicial x_0 , el valor

$$\begin{aligned} & \bar{V}_{i,1}(\pi^1, x_0) \\ & := \max_{(w_1, \dots, w_N) \in W^N} V_{i,1}((v_1, x_0, w_1), \dots, (v_N, x_{N-1}, w_N)) \end{aligned} \quad (5)$$

sea mínimo, donde la dinámica (1) se reemplaza por

$$x_{\ell+1} = A_\ell x_\ell + \sum_{j=1}^M B_{j,\ell} \pi_{j,\ell}(x_\ell) + c_\ell + w_\ell + r_\ell. \quad (6)$$

Para este fin se utilizará el principio de Programación Dinámica de Bellman.

HIPÓTESIS

Para un juego dinámico con perturbaciones es posible encontrar una estrategia de Nash con realimentación robusta utilizando el principio de Programación Dinámica de Bellman.

DESARROLLO TEÓRICO

A continuación, se definirá una función de valor:

Definición 2:

La definición de valor para el i -ésimo jugador desde la etapa ℓ en adelante es:

$$V_{*i,\ell}(\hat{\pi}_i^\ell, x_{\ell-1}) \quad (7)$$

$$:= \min_{\eta_i^\ell \in \Pi_{i,\ell}} \bar{V}_{i,\ell}(\pi_{*1}^\ell, \dots, \pi_{*(i-1)}^\ell, \eta_i^\ell, \pi_{*(i+1)}^\ell, \dots, \pi_{*M}^\ell, x_{\ell-1})$$

para $i \in \mathbb{J}_K$ y $\ell = 1, \dots, N$.

El principal problema consiste en determinar una política $\pi_{*i}^1 \in \Pi_{i,1}$ tal que

$$V_{*i,1}(\hat{\pi}_i^1, x_0) = \bar{V}_{i,1}(\pi_{*1}^1, \dots, \pi_{*(i-1)}^1, \hat{\pi}_i^1, \pi_{*(i+1)}^1, \dots, \pi_{*M}^1, x_0) \quad (8)$$

para todo $i \in \mathbb{J}_M$.

Ahora se supone que la función valor tiene la siguiente estructura:

$$V_{*i,\ell}(x_\ell) = x_\ell^T Z_{i,\ell} x_\ell + 2x_\ell^T \zeta_{i,\ell} + \eta_{i,\ell} \quad (9)$$

para $i \in \mathbb{J}_M$ y $\ell = 1, \dots, N-1$, con

$$Z_{i,\ell} = \bar{H}_{i,\ell}^T Z_{i,\ell+1} \bar{H}_{i,\ell} + \sum_{j=1}^M P_{j,\ell}^T R_{i,j,\ell} P_{j,\ell} - W_{i,\ell}^T T_{i,\ell} W_{i,\ell} + Q_{i,\ell}, \quad (10)$$

$$\zeta_{i,\ell} = \bar{H}_{i,\ell}^T (\zeta_{i,\ell+1} + Z_{i,\ell+1} K_{i,\ell}) + \sum_{j=1}^M P_{j,\ell}^T R_{i,j,\ell} \alpha_{j,\ell} - W_{i,\ell}^T T_{i,\ell} \chi_{i,\ell}, \quad (11)$$

$$\eta_{i,\ell} = \eta_{i,\ell+1} + K_{i,\ell}^T Z_{i,\ell+1} K_{i,\ell} + \zeta_{i,\ell+1}^T K_{i,\ell} + \sum_{j=1}^M \alpha_{j,\ell} R_{i,j,\ell} \alpha_{i,\ell} \quad (12)$$

$$- \chi_{i,\ell}^T T_{i,\ell} \chi_{i,\ell} + \mathbb{E}(r_\ell^T Z_{i,\ell+1} r_\ell),$$

$$\bar{H}_{i,\ell} := A_\ell - \sum_{j=1}^M B_{j,\ell} P_{j,\ell} + W_{i,\ell}, \quad (13)$$

$$H_{i,\ell} := \bar{H}_{i,\ell} + r_\ell, \quad (14)$$

$$K_{i,\ell} := c_\ell - \sum_{j=1}^M B_{j,\ell} \alpha_{j,\ell} + \chi_{i,\ell}. \quad (15)$$

Teniendo lo anterior en cuenta, las perturbaciones del peor de los casos y las políticas óptimas adoptan la forma:

$$w_{i,\ell}^* = W_{i,\ell} x_\ell + \chi_{i,\ell}, \quad (16)$$

$$u_{i,\ell}^* = -P_{i,\ell} x_\ell - \alpha_{i,\ell}, \quad (17)$$

respectivamente, para todo $\ell \in \{1, \dots, M\}$ con $P_{i,\ell} \in \mathbb{R}^{m \times n}$, $W_{i,\ell} \in \mathbb{R}^{n \times n}$, $\alpha_{i,\ell} \in \mathbb{R}^{m \times 1}$ y $\chi_{i,\ell} \in \mathbb{R}^{n \times 1}$. Para las ecuaciones (16) y (17) se tiene que

$$W_{i,\ell} = (Z_{i,\ell+1} - T_{i,\ell})^{-1} Z_{i,\ell+1} \bar{H}_{i,\ell}, \quad (18)$$

$$\chi_{i,\ell} = (Z_{i,\ell+1} - T_{i,\ell})^{-1} (Z_{i,\ell+1} (c_\ell - \sum_{j=1}^M B_{j,\ell} \alpha_{j,\ell}) + \zeta_{i,\ell+1}), \quad (19)$$

$$P_{i,\ell} = (\bar{G}_{i,\ell})^{-1} B_{i,\ell}^T Z_{i,\ell+1} (\bar{H}_{i,\ell} + B_{i,\ell} P_{i,\ell}), \quad (20)$$

$$\alpha_{i,\ell} = (\bar{G}_{i,\ell})^{-1} (B_{i,\ell}^T Z_{i,\ell+1} (K_{i,\ell} + B_{i,\ell} \alpha_{i,\ell}) + \zeta_{i,\ell+1}), \quad (21)$$

donde

$$\bar{G}_{i,\ell} := R_{i,i,\ell} + B_{i,\ell}^T Z_{i,\ell+1} B_{i,\ell}, \quad (22)$$

para $i \in \mathbb{J}_M$ y $\ell = 0, 1, \dots, N-1$.

Lo anterior genera el siguiente resultado:

Teorema 1:

Sea $Z_{i,N} = Q_{i,N}$, $\zeta_{i,N} = 0$, $\eta_{i,N} = 0$ y $V_{*i,N+1}(x_N) = 0$. Se define $W_{i,\ell}$, $\chi_{i,\ell}$, $P_{i,\ell}$ y $\alpha_{i,\ell}$ como en (18)-(21) respectivamente, y $Z_{i,\ell}$, $\zeta_{i,\ell}$ y $\eta_{i,\ell}$ como en (10)-(12) respectivamente, donde $Z_{i,\ell} - T_{i,\ell}$ y $R_{i,i,\ell} + B_{i,\ell}^T Z_{i,\ell} B_{i,\ell}$ son matrices no singulares. Entonces (9) es una función de valor para el i -ésimo jugador, (17) es un equilibrio de Nash con

realimentación robusta para el jugador estocástico con perturbación (7) y (16) es el peor caso para la perturbación determinista en el mismo juego.

METODOLOGÍA

A continuación, se presenta un algoritmo y pseudocódigo para calcular numéricamente la estrategia de Nash con realimentación robusta.

Se comienza asignando las condiciones de frontera: $Z_{i,N} \leftarrow Q_{i,N}$, $\zeta_{i,N} \leftarrow 0$, $\eta_{i,N} \leftarrow 0$ y $V_{*i,N}(x_0)$.

Para $i \in \mathbb{J}_M$ hacer

Para $\ell = N$ a 0, en pasos de -1 , hacer

Calcular $W_{i,\ell}$ usando la ecuación (18)

Calcular $\chi_{i,\ell}$ usando la ecuación (19)

Calcular $P_{i,\ell}$ usando la ecuación (20)

Calcular $\alpha_{i,\ell}$ usando la ecuación (21)

Calcular $Z_{i,\ell}$ usando la ecuación (10)

Calcular $\zeta_{i,\ell}$ usando la ecuación (11)

Calcular $\eta_{i,\ell}$ usando la ecuación (12)

Calcular $V_{*i,\ell}(x_\ell)$ usando la ecuación (9)

Terminar ciclo

Terminar ciclo

Para $i \in \mathbb{J}_M$ hacer

para $\ell = 0$ a N hacer

Actualizar x_ℓ usando (1)

Usando (17) calcular los controles de Nash minimax

Terminar ciclo

Terminar ciclo

Retornar a π_*^1 y $V_{*,1}(\pi_*^1, x_0)$ para toda $i \in \mathbb{J}_M$.

RESULTADOS

Considere el siguiente juego incierto de dos jugadores de suma no cero

$$d_{\ell+1} = ad_{\ell} + f_{\ell} - m_{\ell} + \tilde{c}_{\ell} + \tilde{w}_{\ell} + \tilde{r}_{\ell} \quad (23)$$

donde la acumulación de la deuda $d_{\ell+1}$ está representada por los pagos de intereses ad_{ℓ} y el déficit fiscal primario f_{ℓ} menos el beneficio obtenido por un gobierno mediante la emisión de moneda m_{ℓ} . Este modelo supone también la existencia de un factor exógeno adicional conocido que aumenta la deuda, todo expresado como fracciones del producto interno bruto, $\tilde{r}_{\ell}$ es una variable aleatoria y $\tilde{w}_{\ell}$ es un ruido determinístico y $\tilde{c}_{\ell}$ es una señal conocida que afecta la deuda. El parámetro a representa la tasa de interés. La autoridad fiscal pretende minimizar el siguiente costo interpolar cuadrático:

$$L^F = \mathbb{E} \left(\sum_{\ell=1}^{N-1} \left((f(\ell) - \bar{f})^2 + \eta(m(\ell) - \bar{m})^2 + \lambda(d(\ell) - \bar{d})^2 \right) e^{-\delta \ell} - \frac{2.2}{2} w_{\ell}^2 \right), \quad (24)$$

donde $\bar{f}$ y $\bar{m}$ representan algunas políticas de referencia para cada variable, λ es un parámetro de ponderación que refleja la prioridad

a la regulación de la deuda. La autoridad monetaria también ajusta el crecimiento de la base monetaria mediante un índice de desempeño cuadrático a minimizar:

$$L^M = \mathbb{E} \left(\sum_{\ell=1}^{N-1} \left((m(\ell) - \bar{m})^2 + \kappa (d(\ell) - \bar{d})^2 \right) e^{-\delta \ell} - \frac{1.2}{2} w_\ell^2 \right) \quad (25)$$

El factor de descuento que afecta a ambos costos incluye δ , que representa una preferencia temporal y determina el alcance del descuento de pérdidas futuras en el horizonte temporal.

El juego de estabilización de la deuda que se presenta a continuación no tiene la estructura cuadrática lineal afín estándar (1)-(2). Para aplicar los resultados anteriores, se definen las siguientes variables: $x_{1,\ell} := (d_\ell - \bar{d})e^{-\frac{1}{2}\delta\ell}$, $x_{2,\ell} := ((a-1)\bar{d} + \bar{f} - \bar{m})e^{-\frac{1}{2}\delta\ell}$, $u_{1,\ell} := (f_\ell - \bar{f})e^{-\frac{1}{2}\delta\ell}$, $u_{2,\ell} := (m_\ell - \bar{m})e^{-\frac{1}{2}\delta\ell}$. Tomando el paso $\ell + 1$ en las variables de estado, después de algunos cálculos es posible llegar a un juego dinámico equivalente de la forma cuadrática afín con las siguientes matrices:

$$A_\ell = \begin{bmatrix} ae^{-\frac{1}{2}\delta} & e^{-\frac{1}{2}\delta} \\ 0 & e^{-\frac{1}{2}\delta} \end{bmatrix}; \quad B_{1,\ell} = \begin{bmatrix} e^{-\frac{1}{2}\delta} \\ 0 \end{bmatrix}; \quad B_{2,\ell} = \begin{bmatrix} -e^{-\frac{1}{2}\delta} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$Q_{1,\ell} = \begin{bmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad Q_{2,\ell} = \begin{bmatrix} \kappa & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad R_{1,\ell} = 1; \quad R_{2,\ell} = 1$$

$$c_\ell = \begin{bmatrix} \tilde{c} \\ 0 \end{bmatrix}; \quad w_\ell = \begin{bmatrix} \tilde{w} \\ 0 \end{bmatrix}; \quad r_\ell = \begin{bmatrix} \tilde{r} \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Para fines de simulación, se usarán los siguientes valores: $a = 0.3$, $\delta = 0.8$. La perturbación determinista se define como $\tilde{w} =$

$2 \sin\left(\frac{\ell}{2}\right) e^{-\left(\frac{\ell}{2}\right)}$, mientras que $\tilde{r}$ representa ruido blanco gaussiano.

Se fija como objetivo una deuda de referencia $\bar{d} = 20$ y una política monetaria de referencia $\bar{m} = 5$.

La Figura (1) muestra la evolución temporal de la deuda pública bajo la interacción estratégica entre las autoridades fiscal y monetaria. A pesar de la presencia de incertidumbre y perturbaciones externas, la dinámica converge hacia el nivel objetivo de deuda alrededor del periodo 17, lo que sugiere que las estrategias robustas permiten estabilizar el sistema económico en torno al valor de referencia.

Las Figuras (2) y (3) representan las acciones de política asociadas a cada jugador. En términos económicos, la señal del jugador 1 puede interpretarse como ajustes de política fiscal vinculados al déficit público, mientras que la señal del jugador 2 refleja ajustes relacionados con la política monetaria y la emisión monetaria. Conforme la deuda converge al objetivo deseado, ambas señales tienden gradualmente a estabilizarse alrededor de cero, indicando una menor necesidad de intervención correctiva por parte de las autoridades económicas.

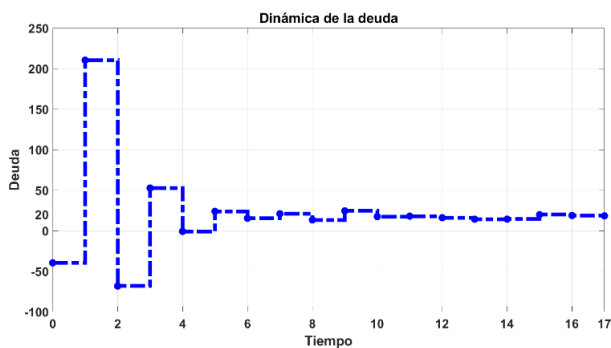


Figura 1. Comportamiento de la deuda.

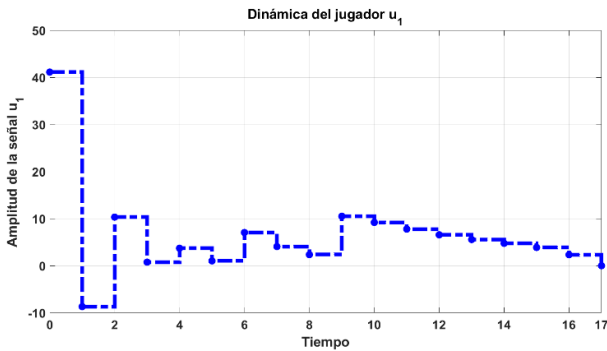


Figura 2. Señal de la dinámica del jugador 1.

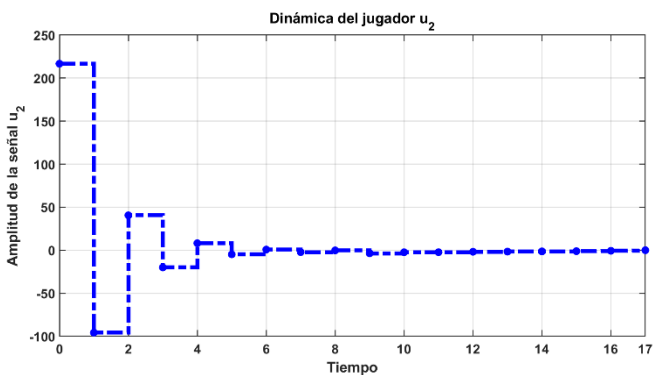


Figura 3. Señal de la dinámica del jugador 2.

CONCLUSIONES

La simulación numérica muestra que el enfoque de juego dinámico robusto constituye una herramienta útil para analizar la estabilización de la deuda pública bajo incertidumbre. Los resultados indican que la interacción estratégica entre política fiscal y monetaria puede conducir a trayectorias estables de deuda aun en presencia de perturbaciones externas. La incorporación de

criterios de peor caso y componentes estocásticos permite representar de manera probabilística escenarios económicos adversos, proporcionando un marco analítico simplificado para estudiar problemas de coordinación de políticas económicas en horizontes temporales finitos.

RECOMENDACIONES

Para programar el ejemplo numérico se recomienda utilizar algún software especializado como MATLAB, Maple, etc.

REFERENCIAS

- Başar, T., & Olsder, G. J. (1998). *Dynamic noncooperative game theory*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Bellman, R. (1957). *Dynamic programming*, Princeton Univ. Press Princeton, New Jersey.
- Benigno, P., & Woodford, M. (2003). Optimal monetary and fiscal policy: A linear-quadratic approach. *NBER macroeconomics annual*, 18, 271-333.
- Dixit, A., & Lambertini, L. (2003). Interactions of commitment and discretion in monetary and fiscal policies. *American economic review*, 93 (5), 1522-1542.
- Engwerda, J. (2005). *LQ dynamic optimization and differential games*. John Wiley & Sons.
- Kirk, D. E. (2004). *Optimal control theory: an introduction*. Courier Corporation.
- Leeper, E. M. (1991). Equilibria under 'active' and 'passive' monetary and fiscal policies. *Journal of monetary Economics*, 27(1), 129-147.
- Liberzon, D. (2011). *Calculus of variations and optimal control theory: a concise introduction*. Princeton university press.
- Naidu, D. S. (2018). Constrained optimal control systems. In *Optimal control systems*. CRC Press.
- Pontryagin, L. S. (2018). *Mathematical theory of optimal processes*. Routledge.
- Sargent, T. J., & Wallace, N. (1984). Some unpleasant monetarist arithmetic. In *Monetarism in the United Kingdom* (pp. 15-41). London: Palgrave Macmillan UK.
- Van Aarle, B., Bovenberg, L., & Raith, M. (1995). Monetary and fiscal policy interaction and government debt stabilization. *Journal of Economics*, 62, 111-140.
- Woodford, M. (2001). *Fiscal requirements for price stability* (Working Paper No. 8072). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w8072>
- Zhu, H. N., & Zhang, C. K. (2016). Finite horizon linear quadratic dynamic games for discrete-time stochastic systems with N-players. *Operations*





Del mito a la biología: Limitaciones actuales en la edición genética para el mejoramiento humano

Autores:

Francisco Daniel Anaya Amezcua¹

Luis Francisco Rivera Nava¹

José Francisco Sánchez Villicaña¹

Institución de Adscripción:

¹Universidad La Salle Morelia

Correo Electrónico Institucional:

232275@ulsamorelia.edu.mx

232289@ulsamorelia.edu.mx

232293@ulsamorelia.edu.mx

RESUMEN

El desarrollo de tecnologías de edición genómica ha consolidado diversas intervenciones terapéuticas sin precedentes. Sin embargo, su potencial aplicación para el perfeccionamiento humano plantea un desafío crítico. El problema central radica en la incapacidad técnica actual para garantizar la bioseguridad al intentar inducir capacidades fenotípicas superiores a la media, alterando rasgos poligénicos en individuos sanos. Esta investigación evalúa detalladamente las barreras biológicas y los riesgos inherentes de la modificación genética humana. Para lograr este propósito, se ejecutó una revisión integradora de la literatura contemporánea, analizando artículos empíricos, marcos bioéticos y directrices regulatorias internacionales indexadas en bases de datos de alto impacto. Los resultados evidencian una asimetría profunda entre la viabilidad teórica y la realidad molecular. Se constata que endonucleasas contemporáneas inducen una inaceptable inestabilidad mutagénica en la línea germinal, provocando frecuentes alteraciones imprevistas y delecciones genómicas masivas. Asimismo, el análisis de intervenciones orientadas a la inmunidad confirma que la manipulación de genes aislados desencadena múltiples efectos pleiotrópicos sistémicos, comprometiendo funciones neurológicas fundamentales como la plasticidad cortical y la memoria. Se concluye que el diseño genético humano carece de viabilidad biológica en el paradigma actual. La vasta complejidad poligénica de los rasgos deseables y la inestabilidad de las herramientas disponibles hacen que la intervención germinal no terapéutica vulnere el principio de proporcionalidad clínica e imponga enormes riesgos irreversibles a las futuras generaciones. Por consiguiente, resulta absolutamente imperativo sostener las actuales moratorias internacionales vigentes hasta lograr desarrollar nuevas tecnologías de extrema precisión molecular y consolidar marcos de gobernanza que sean globales.

Palabras clave: *Biología, genómica, diseño genético, biotecnología, sociedad.*

ABSTRACT

The development of genome editing technologies has consolidated several unprecedented therapeutic interventions. However, its potential application for human improvement poses a critical challenge. The central problem lies in the current technical inability to guarantee biosafety by trying to induce above-average phenotypic capacities, altering polygenic traits in healthy individuals. This research assesses in detail the biological barriers and risks inherent in human genetic modification. To achieve this purpose, an integrative review of the contemporary literature was carried out, analyzing empirical articles, bioethical frameworks and international regulatory guidelines indexed in high-impact databases. The results show a profound asymmetry between theoretical feasibility and molecular reality. It is found that contemporary endonucleases induce an unacceptable mutagenic instability in the germ line, causing frequent unforeseen alterations and massive genomic deletions. Likewise, the analysis of immune-oriented interventions confirms that the manipulation of isolated genes triggers multiple systemic pleiotropic effects, compromising fundamental neurological functions such as cortical plasticity and memory. It is concluded that the human genetic design lacks biological viability in the current paradigm. The vast polygenic complexity of desirable traits and the instability of the available tools mean that non-therapeutic germinal intervention violates the principle of clinical proportionality and imposes enormous irreversible risks on future generations. It is therefore imperative to sustain the current international moratoriums in place until new technologies of extreme molecular precision are developed and global governance frameworks are consolidated.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la biología molecular y la ingeniería genética ha reabierto el debate en torno a los límites de la intervención biomédica. La consolidación de tecnologías de edición genómica, capaces de alterar secuencias de ADN con precisión sin precedentes, ha generado un vasto potencial terapéutico orientado a la corrección de patologías hereditarias e intervenciones in utero (Rossidis et al., 2018; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2017). Sin embargo, el dominio técnico sobre el genoma humano ha trascendido la aplicación estrictamente clínica para reactivar el paradigma del "mejoramiento humano" (human enhancement). Este concepto, previamente confinado a la especulación de la ciencia ficción (Pérez-Triviño, 2009), plantea el uso de herramientas genéticas para inducir capacidades físicas o cognitivas superiores a la media fisiológica, alterando rasgos biológicos complejos (Savulescu, 2001; Savulescu, 2007; Sandel, 2007).

La evidencia actual demuestra que la demarcación entre terapia y diseño genético es biológicamente difusa y éticamente controversial. El hito que materializó esta intersección fue la alteración germinal no autorizada mediante el sistema CRISPR-Cas9 para conferir resistencia al VIH (Cyranoski, 2019; Krinsky, 2019), experimento que evidenció la viabilidad de la modificación heredable y vulneró los marcos bioéticos globales (WHO Expert Advisory Committee, 2021; Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2006; Baylis et al., 2020). Investigaciones paralelas han demostrado que la alteración de receptores como el CCR5 posee efectos pleiotrópicos sobre la plasticidad cortical y la memoria (Zhou et al., 2016), evidenciando la extrema complejidad del fenotipo humano. Dado que la mayoría de las características fenotípicas sujetas a perfeccionamiento son de naturaleza poligénica, la alteración de un locus específico amenaza con desencadenar cascadas de efectos sistémicos impredecibles.

El problema nuclear radica en la incapacidad empírica de la ciencia contemporánea para garantizar la bioseguridad del diseño genético. Intervenir el genoma en individuos sanos conlleva el riesgo crítico de inducir mutaciones fuera de la diana (off-target), grandes deleciones (Adikusuma et al., 2018) y daños estructurales en el ADN que, al integrarse en la línea germinal, afectarían irreversiblemente a la progenie (Rehmann-Sutter, 2018; Battisti, 2021; Lander et al., 2019). Ante la constante optimización de estas herramientas genéticas (Chung et al., 2020), resulta imperativo establecer un análisis crítico que deslinde la viabilidad teórica de la realidad clínica. En este contexto, la presente investigación plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las barreras biológicas y los riesgos genéticos inherentes a la modificación del ser humano para el mejoramiento de sus capacidades mediante la tecnología actual? Para responder a esta cuestión, el presente estudio tiene como objetivo evaluar las posibilidades reales y la bioseguridad del diseño genético humano. Mediante una revisión exhaustiva de la literatura contemporánea, se analizarán los mecanismos de las herramientas de edición genómica, se establecerá la diferenciación operativa entre el uso terapéutico y el perfeccionamiento genético, y se identificarán los peligros mutagénicos y pleiotrópicos que obstaculizan la aplicación segura de estas tecnologías en la actualidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar, a partir de la revisión exhaustiva de la literatura contemporánea, la viabilidad biológica y los riesgos inherentes de la modificación genómica orientada al perfeccionamiento humano (human enhancement), con el fin de superar las capacidades fenotípicas basales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dilucidar el mecanismo de acción de las herramientas biotecnológicas contemporáneas de edición del ADN humano.

Establecer una demarcación conceptual y operativa entre la intervención genómica con fines terapéuticos (corrección de patologías) y el diseño genético (modificación de rasgos no patológicos).

Identificar la inestabilidad mutagénica y los efectos pleiotrópicos sistémicos que imposibilitan la aplicación clínica segura del perfeccionamiento genético humano en el paradigma actual.

MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES

Antecedentes y evolución reciente: La conceptualización de la modificación genética en humanos posee un extenso recorrido histórico, transitando desde la especulación bioética hasta la viabilidad técnica (Pérez-Triviño, 2009). En los últimos años, la consolidación de herramientas de edición de alta precisión ha transformado radicalmente el panorama científico. El punto de inflexión empírico y ético ocurrió a finales de 2018, cuando se reportó la primera modificación de la línea germinal en embriones humanos mediante el sistema CRISPR-Cas9 para inducir resistencia al VIH (Cyranoski, 2019). Este procedimiento no autorizado vulneró los protocolos de bioseguridad y los estándares éticos internacionales (Emanuel et al., 2000; Krimsky, 2019), desencadenando una profunda controversia científica.

En respuesta a este precedente, la literatura de los últimos cinco años ha evidenciado una movilización global hacia la regulación estricta. Diversos consorcios científicos han exigido la adopción de moratorias internacionales sobre la edición heredable del

genoma humano (Lander et al., 2019; Wolinetz y Collins, 2019). Simultáneamente, organismos como la Organización Mundial de la Salud han desarrollado marcos de gobernanza estandarizados (2021) para supervisar la edición genómica (WHO Expert Advisory Committee, 2021), mientras que análisis recientes del panorama político global demuestran una pronunciada heterogeneidad y fragmentación en las legislaciones nacionales respecto a la modificación germinal (Baylis et al., 2020). En el ámbito de la bioética contemporánea, se ha reevaluado la obligación moral hacia la prole, argumentando que la alteración de individuos futuros conlleva implicaciones intergeneracionales que superan la autonomía procreativa de los progenitores (Rehmann-Sutter, 2018; Battisti, 2021; Hurlbut, 2019).

FUNDAMENTOS GENÉTICOS Y LIMITACIONES BIOLÓGICAS

El genoma humano constituye una matriz de información sumamente compleja que orquesta la expresión fenotípica. A diferencia de las patologías monogénicas que pueden abordarse mediante terapia génica o edición in utero (Rossidis et al., 2018), las características biológicas y cognitivas asociadas al perfeccionamiento humano — como la inteligencia o las capacidades físicas superiores — son de naturaleza poligénica (Savulescu, 2001; Savulescu, 2007; Sandel, 2007). Esto implica que la manifestación de dichos rasgos no depende de un único locus, sino de la interacción simultánea de múltiples secuencias genéticas y factores epigenéticos.

Las herramientas actuales de edición, aunque precisas, presentan limitaciones estructurales insoslayables. La alteración de un gen específico puede desencadenar efectos pleiotrópicos impredecibles; por ejemplo, la mutación en el receptor CCR5, además de conferir inmunidad frente al VIH, actúa como un supresor de la plasticidad cortical, afectando negativamente el aprendizaje y la memoria en el

hipocampo (Zhou et al., 2016). Adicionalmente, la escisión del ADN mediante nucleasas como Cas9 induce con frecuencia deleciones genómicas de gran tamaño y reordenamientos cromosómicos complejos (Adikusuma et al., 2018). Estas alteraciones fuera de la diana (off-target), al aplicarse en la línea germinal o en etapas embrionarias tempranas, no solo comprometen la viabilidad celular del individuo intervenido, sino que se integran de manera permanente en el genoma, perpetuando daños biológicos impredecibles en las futuras generaciones (Rehmann-Sutter, 2018; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2017). En consecuencia, la complejidad inherente al diseño poligénico y la inestabilidad técnica de la edición actual constituyen barreras absolutas para el perfeccionamiento humano seguro.

METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

La presente investigación se desarrolló bajo el diseño de una revisión científica integradora de la literatura. Este enfoque metodológico fue seleccionado por su capacidad para amalgamar, sistematizar y analizar críticamente datos heterogéneos procedentes tanto de estudios experimentales biomédicos como de marcos normativos, bioéticos y filosóficos, permitiendo una evaluación exhaustiva del paradigma del perfeccionamiento genético humano.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

La recopilación del corpus bibliográfico se fundamentó en la extracción de literatura indexada en bases de datos de alto impacto (principalmente referenciadas bajo los estándares de Medline/PubMed) y repositorios institucionales globales. Para garantizar la vigencia del análisis técnico sobre las herramientas

de edición genómica (sistemas CRISPR-Cas y nucleasas asociadas), la búsqueda priorizó publicaciones de los últimos cinco años, incorporando de manera selectiva literatura fundacional y textos bioéticos históricos indispensables para el anclaje conceptual de la investigación (Pérez-Triviño, 2009; Emanuel et al., 2000; Savulescu, 2001; Savulescu, 2007; Sandel, 2007; Habermas, 2003).

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

La elegibilidad de los documentos se determinó mediante la aplicación de criterios estrictos. Se definieron como criterios de inclusión: a) artículos originales y revisiones sistemáticas sometidos a escrutinio por pares; b) investigaciones empíricas focalizadas en la eficacia, la inestabilidad estructural y los efectos secundarios (mutaciones off-target y deleciones) de la edición genómica en líneas celulares humanas (Gupta et al., 2019; Zhou et al., 2016; Adikusuma et al., 2018; Rossidis et al., 2018); c) directrices normativas emitidas por entidades de referencia global, incluyendo la Organización Mundial de la Salud y paneles multidisciplinarios de academias científicas nacionales (WHO Expert Advisory Committee, 2021; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2017); y d) literatura especializada en la bioética de la intervención germinal heredable y las recientes moratorias internacionales (Rehmann-Sutter, 2018; Lander et al., 2019; Wolinetz y Collins, 2019; Baylis et al., 2020). Fueron excluidos los documentos carentes de validación por pares, artículos de divulgación no científica y estudios genéticos en modelos animales que no presentaran una correlación directa u homología justificable con el genoma humano.

ANÁLISIS Y EXTRACCIÓN DE DATOS

El material seleccionado fue sometido a un análisis cualitativo de contenido. La información extraída se estratificó de manera

deductiva en ejes temáticos concurrentes con los objetivos de la investigación: 1) mecanismos de acción y bioseguridad de las herramientas de edición; 2) contrastación empírica entre el fenotipo terapéutico y el perfeccionamiento (human enhancement); y 3) implicaciones pleiotrópicas y marcos de gobernanza (Battisti, 2021; Cyranoski, 2019; Krinsky, 2019; Buller y Bauer, 2011; Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2006). Esta sistematización permitió triangular los datos clínicos con las limitaciones operativas vigentes.

RESULTADOS

El análisis sistemático de la literatura seleccionada permitió consolidar la evidencia actual respecto a la modificación genética humana, agrupando los hallazgos en tres dimensiones críticas: inestabilidad estructural de las herramientas de edición, efectos pleiotrópicos sobre el fenotipo y el panorama regulatorio contemporáneo.

INESTABILIDAD MUTAGÉNICA Y LIMITACIONES ESTRUCTURALES

La literatura constata una disparidad empírica entre el éxito de la edición genómica somática controlada y el riesgo inherente a la edición embrionaria. Si bien los sistemas basados en CRISPR han demostrado alta eficacia en intervenciones terapéuticas in utero para alteraciones metabólicas (Rossidis et al., 2018) y el tratamiento de la angiogénesis ocular (Chung et al., 2020), su aplicación a nivel germinal exhibe una profunda inestabilidad. Los estudios experimentales confirman que la escisión del ADN inducida por nucleasas como Cas9 no se limita a modificaciones puntuales; por el contrario, genera con alta frecuencia deleciones genómicas de gran extensión e inducción de reordenamientos cromosómicos

imprevistos (Adikusuma et al., 2018). Esta evidencia biológica demuestra que la tecnología actual carece de la precisión absoluta requerida para evitar daños estructurales irreversibles durante el proceso de edición.

EFFECTOS PLEIOTRÓPICOS Y LA COMPLEJIDAD DEL DISEÑO FENOTÍPICO

La viabilidad biológica del perfeccionamiento humano (human enhancement) encuentra su mayor barrera en la pleiotropía y la naturaleza poligénica de los rasgos. El análisis del primer caso reportado de edición germinal humana orientada a conferir resistencia al VIH mediante la mutación CCR5 Δ 32 (Gupta et al., 2019; Cyranoski, 2019) provee la evidencia empírica central de esta limitación. La revisión de los datos neuromoleculares revela que el receptor CCR5 no solo actúa como vector de entrada para el retrovirus, sino que funciona como un supresor fisiológico de la plasticidad cortical y del aprendizaje mediado por el hipocampo (Zhou et al., 2016). Consecuentemente, la alteración de un único locus para obtener una ventaja inmunológica desencadenó alteraciones colaterales directas sobre la cognición y la memoria. Los hallazgos confirman que la manipulación de genes aislados con el fin de inducir mejoras específicas provoca cascadas sistémicas impredecibles en el organismo, haciendo biológicamente inviable el perfeccionamiento controlado.

RESPUESTAS NORMATIVAS Y BIOÉTICA INTERGENERACIONAL

La revisión de los marcos de gobernanza evidencia un rechazo unánime por parte de la comunidad científica hacia la modificación genética heredable bajo el nivel tecnológico actual. Tras la

vulneración de los protocolos de investigación clínica (Emanuel et al., 2000; Krinsky, 2019), se documenta una movilización institucional orientada a la contención. Los hallazgos muestran un incremento en las peticiones formales para establecer moratorias internacionales sobre la edición germinal clínica (Lander et al., 2019; Wolinetz y Collins, 2019) y la emisión de estándares globales de gobernanza por parte de la Organización Mundial de la Salud (WHO Expert Advisory Committee, 2021). No obstante, el análisis del panorama político global revela una profunda fragmentación (Baylis et al., 2020); mientras jurisdicciones específicas han blindado sus marcos legales prohibiendo explícitamente la alteración del genoma humano (como la Ley 20.120 en Chile) (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2006), a nivel internacional subsisten vacíos regulatorios. Paralelamente, la literatura bioética consolidada dictamina que la edición germinal excede la autonomía procreativa, dado que impone alteraciones genéticas irreversibles y riesgos biológicos a futuros individuos que no pueden otorgar su consentimiento, violando los principios de responsabilidad intergeneracional (Rehmann-Sutter, 2018; Battisti, 2021; Hurlbut, 2019; Savulescu, 2001; Savulescu, 2007).

DISCUSIÓN

La presente revisión evidencia una profunda asimetría entre las aspiraciones teóricas del perfeccionamiento genético humano y las limitaciones biológicas y técnicas contemporáneas. Los resultados corroboran que la transición de una aplicación terapéutica somática a una intervención de diseño germinal carece, en la actualidad, del respaldo empírico necesario para garantizar la bioseguridad del individuo y de su descendencia (Adikusuma et al., 2018; Rehmann-Sutter, 2018).

Un eje crítico de debate radica en la confrontación entre la viabilidad

celular y la complejidad del fenotipo. Mientras que autores como Savulescu (Savulescu, 2001; Savulescu, 2007) argumentan a favor de un "principio de beneficencia procreativa", sugiriendo una obligación moral de seleccionar y potenciar los mejores rasgos genéticos para la descendencia, la evidencia molecular refuta la aplicabilidad actual de este postulado. La demostración de que la alteración de un único receptor como el CCR5 —orientada a una ventaja inmunológica— compromete vías neurológicas vinculadas a la plasticidad cortical y la memoria (Zhou et al., 2016), subraya el obstáculo insalvable de la pleiotropía. El genoma no opera como un ensamblaje modular donde los rasgos puedan aislarse y optimizarse de forma independiente; la mayoría de las características asociadas al perfeccionamiento (inteligencia, longevidad, resistencia física) son poligénicas. Por tanto, el intento de "diseño" genético, lejos de representar un beneficio asegurado, introduce un riesgo sistémico incalculable (Chung et al., 2020; Sandel, 2007).

A esta complejidad estructural, se suma la inestabilidad técnica de las herramientas de edición. El consenso en la literatura reciente señala que las endonucleasas tipo Cas9 inducen frecuentemente mutaciones off-target y deleciones masivas imprevistas (Adikusuma et al., 2018). Esta falta de fidelidad absoluta invalida cualquier intento de intervención no terapéutica, dado que el cociente riesgo-beneficio es inaceptable. Como advierten Emanuel et al. (Emanuel et al., 2000) en la estructuración de la ética de la investigación clínica, una intervención solo es justificable si el riesgo es proporcionado al beneficio potencial; en individuos sanos, la inducción de inestabilidad genómica mediante edición germinal constituye una violación directa de este principio (Krimsky, 2019; Buller y Bauer, 2011).

Desde una perspectiva bioética intergeneracional, los hallazgos reafirman los argumentos de Habermas (Habermas, 2003) y Sandel (Sandel, 2007) respecto a la instrumentalización de la

naturaleza humana. La alteración heredable de individuos sin su consentimiento no solo transgrede la autonomía del futuro sujeto, sino que impone una carga biológica permanente (Battisti, 2021; Hurlbut, 2019; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2017). La fragmentación regulatoria global (Baylis et al., 2020) agrava este panorama, pues la ausencia de un marco legal unificado y vinculante (a pesar de los esfuerzos de la OMS (WHO Expert Advisory Committee, 2021) y de regulaciones locales como la de Chile (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2006)) deja espacio para intervenciones clandestinas y desreguladas (Cyranoski, 2019). La reiterada solicitud de moratorias internacionales por parte de la comunidad científica (Lander et al., 2019; Wolinetz y Collins, 2019) no debe interpretarse meramente como una pausa burocrática, sino como un reconocimiento explícito de que la ingeniería biológica actual es insuficiente para dominar la complejidad del genoma humano sin causar daños colaterales masivos.

CONCLUSIONES

La presente revisión científica permite establecer que la utilización de herramientas de edición genómica orientadas al perfeccionamiento humano (human enhancement) carece de viabilidad biológica y bioseguridad en el estado actual de la ciencia. Respondiendo a la interrogante central de la investigación, las principales barreras biológicas que impiden la superación de las capacidades fenotípicas basales son la inestabilidad técnica de los sistemas actuales (como CRISPR-Cas9) y la profunda complejidad pleiotrópica del genoma humano.

En concordancia con los objetivos planteados, se concluye lo siguiente: Primero, el mecanismo de acción de las endonucleasas contemporáneas, aunque eficaz en entornos somáticos controlados,

induce una inaceptable tasa de mutaciones off-target y deleciones masivas al aplicarse en la línea germinal (Adikusuma et al., 2018). Segundo, la diferenciación operativa entre terapia y diseño genético es crítica: mientras la corrección de patologías monogénicas posee una justificación clínica sustentable (Rossidis et al., 2018; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2017), la intervención para potenciar rasgos poligénicos (como la inteligencia o la fuerza) resulta técnicamente inabordable sin inducir daños sistémicos. Tercero, el principal peligro limitante radica en la pleiotropía; la alteración de un locus específico provoca efectos secundarios en cascada e inestabilidad neurológica, fenómeno comprobado tras los intentos de inducción de resistencia inmunológica (Gupta et al., 2019; Cyranoski, 2019; Zhou et al., 2016). Desde una perspectiva bioética y normativa, la alteración germinal no terapéutica transgrede el principio de proporcionalidad riesgo-beneficio (Emanuel et al., 2000) e impone alteraciones irreversibles a futuras generaciones sin su consentimiento (Rehmann-Sutter, 2018; Battisti, 2021; Sandel, 2007; Habermas, 2003). Por consiguiente, se justifica plenamente el consenso científico global que exige mantener y fortalecer las moratorias sobre la edición heredable (Lander et al., 2019; Wolinetz y Collins, 2019; Baylis et al., 2020).

Recomendaciones para futuras investigaciones:

Se recomienda que los futuros estudios preclínicos se enfoquen en la optimización de sistemas de edición de ultra alta fidelidad (como base editing o prime editing) en modelos celulares, con el objetivo estricto de reducir la inestabilidad genómica. Asimismo, resulta imperativo el desarrollo de investigaciones multidisciplinarias orientadas a consolidar un marco de gobernanza global vinculante que cierre las actuales brechas jurisdiccionales antes de considerar cualquier ensayo clínico de edición germinal.

REFERENCIAS

Adikusuma, F., Piltz, S., Corbett, M. A., Turvey, M., McColl, S. R., Helbig, K. J., ... Smith, J. (2018). Large deletions induced by Cas9 cleavage. *Nature*, 560, E8–E9. <https://doi.org/xxxx>

Battisti, D. (2021). Affecting future individuals: Why and when germline genome editing entails a greater moral obligation towards progeny. *Bioethics*, 35, 487–495. <https://doi.org/xxxx>

Baylis, F., Darnovsky, M., Hasson, K., & Krahn, T. M. (2020). Human germ line and heritable genome editing: The global policy landscape. *CRISPR Journal*, 3, 365–377. <https://doi.org/xxxx>

Beca, J. P., Lecaros, A., González, P., Sanhueza, P., & Mandakovic, B. (2014). Aspectos médicos, éticos y legales de la criopreservación de embriones humanos. *Revista Médica de Chile*, 142, 903–908. <https://doi.org/xxxx>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2006). Ley 20.120. *Sobre la investigación científica en el ser humano, su genoma, y prohíbe la clonación humana*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=242302> (bcn.cl in Bing)

Buller, T., & Bauer, S. (2011). Balancing procreative autonomy and parental responsibility. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, 20(2), 268–276. <https://doi.org/xxxx>

Chung, S. H., Sin, T. N., Ngo, T., & Yiu, G. (2020). CRISPR technology for ocular angiogenesis. *Frontiers in Genome Editing*, 2, 594984. <https://doi.org/xxxx>

Cyranoski, D. (2019). The CRISPR-baby scandal: What's next for human gene-editing. *Nature*, 566, 440–442. <https://doi.org/xxxx>

Emanuel, E. J., Wendler, D., & Grady, C. (2000). What makes clinical research ethical? *JAMA*, 283(20), 2701–2711. <https://doi.org/xxxx>

Gupta, R. K., Abdul-Jawad, S., McCoy, L. E., Mok, H. P., Peppas, D., Salgado, M., ... Brown, H. (2019). HIV-1 remission following CCR5 Δ 32/ Δ 32 haematopoietic stem-cell transplantation. *Nature*, 568, 244–248. <https://doi.org/xxxx>

Habermas, J. (2003). *The future of human nature*. Polity.

Hurlbut, J. B. (2019). Human genome editing: Ask whether, not how. *Nature*, 565, 135. <https://doi.org/xxxx>

Krimsky, S. (2019). Ten ways in which He Jiankui violated ethics. *Nature Biotechnology*, 37, 19–20. <https://doi.org/xxxx>

Lander, E. S., Baylis, F., Zhang, F., Charpentier, E., Berg, P., Bourgain, C., ... Wilson, J. (2019). Adopt a moratorium on heritable genome editing. *Nature*, 567, 165–168. <https://doi.org/xxxx>

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Human genome editing: Science, ethics, and governance*. National Academies Press. <https://doi.org/xxxx>

Pérez-Triviño, J. L. (2009). Bioética y cine: Gattaca. *Revista de Bioética y Derecho*, 15, 15–18.

Rehmann-Sutter, C. (2018). Why human germline editing is more problematic than selecting between embryos: Ethically considering intergenerational relationships. *New Bioethics*, 24(1), 9–25. <https://doi.org/xxxx>

Rossidis, A. C., Stratigis, J. D., Chadwick, A. C., Hartman, H. A., Ahn, N. J., Li, H., ... Musunuru, K. (2018). In utero CRISPR-mediated therapeutic editing of metabolic genes. *Nature Medicine*, 24, 1513–1518. <https://doi.org/xxxx>

Sandel, M. (2007). *The case against perfection: Ethics in the age of genetic engineering*. Harvard University Press.

Savulescu, J. (2001). Procreative beneficence: Why we should select the best children. *Bioethics*, 15(5–6), 413–426. <https://doi.org/xxxx>

Savulescu, J. (2007). In defence of procreative beneficence. *Journal of Medical Ethics*, 33, 284–288. <https://doi.org/xxxx>

WHO Expert Advisory Committee on Developing Global Standards for Governance and Oversight of Human Genome Editing. (2021). *Human genome editing: A framework for governance*. World Health Organization. <https://doi.org/xxxx>

Wolinetz, C. D., & Collins, F. S. (2019). NIH supports call for moratorium on clinical uses of germline gene editing. *Nature*, 567, 175. <https://doi.org/xxxx>

Zhou, M., Greenhill, S., Huang, S., Silva, T. K., Sano, Y., Wu, S., ... Chen, J. (2016). CCR5 is a suppressor for cortical plasticity and hippocampal learning and memory. *eLife*, 5, e20985. <https://doi.org/xxxx>





El desarrollo de la terapia génica: De la transferencia celular a los retos de implementación clínica

Autores:

Romina Guerra Silva¹

Deisy Jazmin Villanueva García¹

Juan Pablo García Hernández¹

Institución de Adscripción:

¹Universidad La Salle Morelia

Correo Electrónico Institucional:

232284@ulsamorelia.edu.mx

232294@ulsamorelia.edu.mx

232282@ulsamorelia.edu.mx

RESUMEN

La terapia génica representa uno de los avances más significativos de la medicina moderna, proponiendo la modificación del material genético para tratar así enfermedades que no responden a los fármacos convencionales. El presente artículo analiza correctamente el estado actual de dicha tecnología, enfocándose en todos sus mecanismos de transferencia, aplicaciones clínicas y el complejo panorama bioético que la rodea. A través de una investigación documental y comparativa, se examinan las claras diferencias entre los vectores virales y los no virales, destacando que, si bien los primeros ofrecen una eficacia superior al 80%, su toxicidad aún sigue siendo una barrera crítica para la seguridad del paciente.

Asimismo, en este texto se aborda la gran brecha regulatoria existente entre México y España. Dentro de nuestra investigación obtenemos que mientras España cuenta ya con un marco vigoroso alineado con los estándares europeos que prohíben la edición germinal eugenésica, México presenta una normativa muy principiante en su Ley General de Salud, lo que limita la supervisión efectiva de los ensayos clínicos. Los resultados de esto sugieren que la manipulación de células germinales plantea siempre riesgos inaceptables para las futuras generaciones y también la equidad tanto social como económica. Finalmente, se concluye que el éxito final de la terapia génica depende de un equilibrio estricto entre el desarrollo técnico y los marcos legales sólidos que garanticen la seguridad, la eficacia y la justicia en el acceso a todos para usar estas terapias avanzadas, permitiendo de este modo una transición ética hacia la nueva medicina personalizada.

Palabras clave: *Terapia génica, Ley general de Salud, Medicina genómica, Implementación clínica, Bioética.*

ABSTRACT

Gene therapy represents one of the most significant advancements in modern medicine, proposing the modification of genetic material to treat diseases that do not respond to conventional drugs. This article analyzes the current state of this technology, focusing on its transfer mechanisms, clinical applications, and the complex bioethical landscape surrounding it. Through documentary and comparative research, the clear differences between viral and non-viral vectors are examined, highlighting that, while the former offer an efficacy superior to 80%, their toxicity remains a critical barrier to patient safety.

Likewise, this text addresses the wide regulatory gap existing between Mexico and Spain. Our research finds that while Spain already possesses a robust framework aligned with European standards—which prohibit eugenic germline editing—Mexico presents a very rudimentary regulation within its General Health Law, which limits the effective oversight of clinical trials. The results suggest that the manipulation of germ cells poses unacceptable risks to future generations, as well as to social and economic equity. Finally, it is concluded that the ultimate success of gene therapy depends on a strict balance between technical development and solid legal frameworks that guarantee safety, efficacy, and justice in access for all to these advanced therapies, thus allowing for an ethical transition toward the new era of personalized medicine.

INTRODUCCIÓN

La medicina actual atraviesa una transición fundamental: está pasando de tratar síntomas a corregir las enfermedades desde su origen molecular. En el centro de esta revolución se encuentra la terapia génica, la cual transfiere material genético a las células del paciente para restaurar funciones defectuosas, introducir nuevas capacidades o bloquear procesos patológicos. Al actuar a este nivel celular, ofrece la posibilidad de erradicar enfermedades que históricamente han resistido a los fármacos tradicionales (Ruiz Castellanos & Sangro, 2005).

Los inicios de esta tecnología se remontan a los años noventa, con los primeros ensayos en niños diagnosticados con inmunodeficiencia combinada grave (García Miniet & González Fragueta, 2008). Aunque estos estudios demostraron que era posible restaurar el sistema inmunológico, el progreso se vio frenado por efectos adversos severos. La integración aleatoria del material genético activó genes asociados al cáncer (oncogenes), provocando leucemia y síndromes linfoproliferativos (una multiplicación anormal de glóbulos blancos) en algunos pacientes. Esto evidenció la necesidad de mejorar los métodos de transferencia.

Actualmente, el campo se ha diversificado. La terapia génica representa una de las áreas más innovadoras de la medicina moderna, permitiendo la modificación directa del material genético para tratar enfermedades (Katherine A. High & Roncarolo, 2019). Diversos estudios han demostrado que esta disciplina ha evolucionado significativamente desde sus primeras aplicaciones experimentales hasta convertirse en una alternativa clínica viable (Friedmann, 2020; Naldini, 2015). Con el desarrollo de tecnologías como CRISPR-Cas9, descrita por Jennifer Doudna y Emmanuelle Charpentier (2014), se ha abierto una nueva frontera en la edición

genética. Aunque inició enfocado en enfermedades hereditarias de un solo gen, hoy la gran mayoría de los ensayos clínicos (más de cuatrocientos a nivel global) se centran en el cáncer, incluyendo enfoques innovadores como el uso de citocinas contra el cáncer cervicouterino (Bermúdez-Morales et al., 2005). De manera paralela, la tecnología se está adaptando para afecciones complejas como la insuficiencia cardíaca (Reyes-Juárez & Zarain-Herzberg, 2009) y la regeneración hepática en modelos de cirrosis (Gálvez-Gastélum et al., 2010; Sandoval-Rodríguez et al., 2021). Sin embargo, persisten barreras técnicas: los vectores virales usados para introducir los genes aún presentan riesgos de inflamación, toxicidad y rechazo inmunológico.

A esto se suma una profunda brecha global en el desarrollo científico; mientras países como España cuentan con regulaciones específicas y ensayos clínicos avanzados, naciones en vías de desarrollo como México limitan sus esfuerzos a la investigación preclínica debido a restricciones presupuestales y normativas insuficientes (Olivo Yopez et al., 2021). Para comprender esta complejidad, este documento analiza las dimensiones científicas y sociales de la terapia génica. Mediante una revisión de la literatura y bases de datos, se examinan los métodos de transferencia actuales, sus aplicaciones clínicas y los retos bioéticos y legales que deben superarse para integrar esta tecnología a la práctica médica habitual.

A partir de este abordaje metodológico, el texto confronta las características de los distintos sistemas de transferencia genética, ponderando rigurosamente su eficacia, el grado de estabilidad de la expresión génica que logran, y los riesgos de toxicidad y bioseguridad que cada uno aporta al organismo receptor. En paralelo, se somete a escrutinio el espectro de dilemas éticos y sociales que emanan de su implementación; esto abarca desde las preocupaciones sobre eugenesia y discriminación por perfiles genéticos (Anchondo

Pavón & Gallardo Macip, 2021), hasta las problemáticas de justicia distributiva y el acceso profundamente desigual a terapias de tan alto costo. Con el fin de concretar esta teoría, se contrastan los marcos bioéticos y legales, así como el desarrollo científico de la investigación genética entre México y España.

A través de este análisis, se busca definir el alcance de los obstáculos actuales que frenan la terapia génica. El objetivo es ofrecer un diagnóstico que demuestre la necesidad urgente de crear tanto marcos normativos como políticas públicas sólidas, sobre todo en economías emergentes. Finalmente, se propone orientar el desarrollo de vectores más seguros y eficaces hacia la equidad, garantizando que la medicina genómica del futuro sea accesible, ética y socialmente responsable.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La terapia génica busca nuevos tratamientos a nivel genético para enfermedades difíciles de tratar por medios convencionales. Actualmente solo se ha practicado en humanos la terapia génica somática, mediante la cual se modifican las características genéticas de células de un tejido adulto. Sin embargo, su aplicación clínica enfrenta barreras técnicas significativas, principalmente relacionadas con la seguridad y eficacia de los vectores de transferencia (como los virales), los cuales pueden causar toxicidad e inflamación en el tejido hospedero. A esto se suman profundos dilemas éticos y legales, especialmente respecto a la manipulación de células germinales, que podría alterar el patrimonio genético de futuras generaciones y fomentar prácticas eugenésicas (Rodríguez Yunta, 2003). Además, existe una brecha en el desarrollo y regulación de esta tecnología entre distintos países; por lo tanto, el problema radica en cómo equilibrar el avance técnico y clínico de la terapia génica con un marco bioético y legal que garantice su

seguridad, eficacia y equidad.

JUSTIFICACIÓN

Es fundamental evaluar las perspectivas y limitaciones de la terapia génica, ya que representa un cambio significativo en la medicina moderna, ofreciendo posibles curas para enfermedades que no responden a la terapia con fármacos convencionales. Analizar esta temática permite identificar las áreas técnicas que requieren perfeccionamiento, como la creación de áreas más seguras, y dar a conocer la necesidad de establecer regulaciones fundamentales que protejan a los pacientes.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el estado actual de la terapia génica, evaluando sus métodos de transferencia, sus aplicaciones clínicas y las implicaciones bioéticas y regulatorias que condicionan su desarrollo y aplicación médica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recolección bibliográfica, partiendo del contexto de la terapia génica.
- Comparar la eficacia y riesgos de toxicidad entre los métodos de transferencia genética desde los 90's a la actualidad, de acuerdo a la bibliografía consultada.
- Evaluar los dilemas éticos y sociales derivados de la aplicación de la terapia génica, incluyendo los riesgos de discriminación genética y acceso desigual.
- Contrastar el panorama bioético, legal y de desarrollo científico de la investigación en terapia génica entre México y España.

HIPÓTESIS

Se propone que el avance de la terapia génica permitirá el desarrollo de tratamientos seguros y eficaces para patologías actualmente incurables, siempre que se supere la toxicidad de los vectores virales y se establezcan regulaciones sólidas que aseguren la ética, la seguridad del paciente y la justicia social, como se observa en el modelo regulatorio español y en el mexicano.

MARCO TEÓRICO

Es vital mencionar que esta tecnología no es nueva, sino que ha evolucionado tras enfrentar grandes retos:

Inició en los 90; Los primeros ensayos se realizaron en niños con inmunodeficiencia combinada grave (García Miniet & González Fraguela, 2008).

El progreso se detuvo temporalmente debido a la integración aleatoria del material genético, que activó oncogenes y provocó leucemia en algunos pacientes, subrayando la importancia crítica de la seguridad en los vectores. Aunque la terapia génica comenzó enfocándose en enfermedades raras de un solo gen, su panorama ha cambiado drásticamente:

Enfoque Integral: Actualmente, la gran mayoría de los más de 400 ensayos clínicos a nivel global se centran en el tratamiento del cáncer, introduciendo nuevas capacidades para combatir tumores o utilizando citocinas (Bermúdez-Morales et al., 2005). A la par, se investiga su potencial para lograr la supervivencia en modelos de cirrosis hepática (Gálvez-Gastélum et al., 2010; Sandoval-Rodríguez et al., 2021), insuficiencia cardíaca (Reyes-Juárez & Zarain-Herzberg, 2009) y enfermedades oftalmológicas (Urtti, 2009). Este enfoque permite corregir genes defectuosos, introducir nuevos

genes o modificar la expresión genética para restaurar funciones biológicas normales (High & Roncarolo, 2019).

Transición Molecular: Se busca pasar de "tratar síntomas" a "corregir la enfermedad desde su origen molecular".

La terapia génica se define como el conjunto de técnicas que permiten la modificación del material genético de células vivas con fines terapéuticos (Ruiz Castellanos & Sangro, 2005). En la actualidad, la terapia génica ha retomado relevancia en la medicina moderna, posicionándose como una alternativa prometedora para enfermedades previamente incurables (Naldini, 2015; Kay, 2011). A diferencia de la farmacología tradicional, que actúa sobre proteínas o procesos metabólicos temporales, esta tecnología busca corregir la causa raíz de las enfermedades a nivel molecular. El objetivo es sustituir genes defectuosos, silenciar genes patógenos o insertar genes nuevos para ayudar al cuerpo a combatir enfermedades.

Bioética y Edición Germinal. Un punto de inflexión en la investigación es la distinción entre las células sobre las que se actúa:

Células Somáticas: Los cambios sólo afectan al paciente (aceptado éticamente).

Células Germinales: Los cambios son heredables. Según el resumen, la manipulación de estas plantea riesgos inaceptables para las generaciones futuras y dilemas sobre la eugenesia y la equidad social (Rodríguez Yunta, 2003).

En los últimos años, la terapia génica ha experimentado un crecimiento acelerado gracias a los avances en biotecnología y medicina molecular. De acuerdo con High y Roncarolo (2019), esta disciplina ha pasado de ser experimental a convertirse en una opción terapéutica real para múltiples enfermedades. Este progreso ha sido respaldado por investigaciones que destacan el papel de la terapia génica en el tratamiento de enfermedades hereditarias, trastornos sanguíneos y cáncer (Dunbar et al., 2018; Kohn, Porteus

& Scharenberg, 2020).

Uno de los avances más significativos en el campo de la terapia génica ha sido el desarrollo de la tecnología CRISPR-Cas9, la cual permite editar el ADN de manera precisa, eficiente y relativamente accesible. Esta herramienta fue descrita por Jennifer Doudna y Emmanuelle Charpentier (2014), quienes demostraron su potencial como una tecnología revolucionaria en la ingeniería genética.

El sistema CRISPR funciona como unas “tijeras moleculares” que pueden cortar el ADN en ubicaciones específicas, permitiendo eliminar, modificar o insertar secuencias genéticas. Según Uddin, Rudin y Sen (2020), esta tecnología ha ampliado significativamente las posibilidades terapéuticas, aunque aún presenta limitaciones relacionadas con la precisión y posibles efectos fuera del objetivo.

Aplicaciones Clínicas. La terapia génica ha mostrado resultados prometedores en diversas áreas médicas, especialmente en enfermedades genéticas, trastornos sanguíneos y algunos tipos de cáncer. Por ejemplo, estudios recientes han demostrado la eficacia de la edición genética en el tratamiento de enfermedades como la anemia falciforme y la beta-talasemia (Frangoul et al., 2021), así como en trastornos como la amiloidosis por transtiretina (Gillmore et al., 2021).

Panorama Regulatorio Comparado. La implementación de estas terapias no depende solo de la ciencia, sino de la solidez de los marcos legales que garanticen la seguridad y el acceso justo (Olivo Yopez et al., 2021).

España: Posee un marco vigoroso alineado con los estándares de la Unión Europea. Prohíbe estrictamente la edición germinal con fines eugenésicos, proporcionando un entorno seguro para ensayos clínicos.

México: Cuenta con una normativa incipiente dentro de la Ley General de Salud. Esta falta de especificidad limita la supervisión efectiva, creando una "brecha regulatoria" que puede frenar el desarrollo técnico o poner en riesgo la ética del proceso.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de carácter documental-descriptivo, empleando un diseño de análisis comparativo para contrastar las realidades biotecnológicas y legales de dos regiones distintas. El proceso se dividió en las siguientes fases:

Selección y Búsqueda de Fuentes Se realizó una revisión sistemática de literatura científica y jurídica en bases de datos académicas (como PubMed, SciELO, Redalyc y Google Académico). Los criterios de inclusión para las fuentes fueron:

Artículos publicados en los últimos 10 años para garantizar la vigencia técnica.

Documentos oficiales de organismos reguladores (COFEPRIS en México y la AEMPS en España).

Textos que abordan específicamente el uso de vectores virales y no virales.

RESULTADOS

Transferencia genética: Los vectores virales (adenovirus y AAV-2) alcanzaron una eficacia superior al 80%, con efectos terapéuticos que pueden durar hasta un año tras una sola aplicación (especialmente en tratamientos oculares para degeneración retiniana) (Urtti, 2009). Sin embargo, mantienen riesgos importantes de toxicidad e inflamación. Los vectores no virales (liposomas y nanopartículas) son más seguros y generan menor respuesta inmune, pero presentan

baja estabilidad y requieren dosis repetidas.

Implicaciones éticas: La principal preocupación es la manipulación de células germinales, ya que sus cambios serían hereditarios y podrían afectar a generaciones futuras (Rodríguez Yunta, 2003). Además, existe un alto riesgo de discriminación genética y exclusión social debido al elevado costo de estas terapias.

Regulación y panorama científico en México y España: España cuenta con un marco regulatorio sólido alineado con los estándares europeos (EMA), con protocolos estrictos que prohíben expresamente la edición eugenésica germinal, lo que permite avanzar hacia etapas clínicas. México posee infraestructura científica, pero su regulación es aún incipiente dentro de la Ley General de Salud, lo que limita la supervisión efectiva de ensayos clínicos y restringe la investigación principalmente a la fase básica (Olivo Yopez et al., 2021).

DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación documental y comparativa confirman que la terapia génica representa un avance prometedor en la medicina moderna, pero se encuentra aún en una encrucijada técnica, ética y regulatoria que debe ser resuelta para su implementación segura y equitativa.

En primer lugar, los hallazgos sobre los métodos de transferencia genética coinciden plenamente con la literatura revisada. Los vectores virales (adenovirus y AAV-2) demuestran una eficacia superior al 80% y una duración del efecto terapéutico de hasta un año con una sola aplicación, como se evidencia en los promisorios ensayos de terapia génica ocular (Urtti, 2009). Sin embargo, este beneficio se ve contrarrestado por los riesgos persistentes de toxicidad, inflamación y respuestas inmunes adversas, problemas

documentados desde los primeros ensayos en inmunodeficiencias, donde la inserción aleatoria del gen provocó leucemia. Por su parte, los vectores no virales ofrecen mayor seguridad y menor inmunogenicidad, pero su baja estabilidad limita su utilidad clínica, lo que refuerza la necesidad urgente de desarrollar sistemas de nueva generación, como los basados en CRISPR/Cas9, el cual también es estudiado como un potente antimicrobiano específico (Chávez-Jacobo, 2018).

Por lo cual a pesar de los avances, la terapia génica presenta importantes desafíos y riesgos que deben ser considerados. Uno de los principales problemas es la posibilidad de mutaciones no deseadas o efectos fuera del objetivo, lo que podría generar consecuencias adversas en los pacientes (Uddin et al., 2020). Además, se han documentado casos de oncogénesis asociada a la inserción de material genético, lo que evidencia la necesidad de mejorar la seguridad de estas técnicas (Hacein-Bey-Abina et al., 2014).

Respecto a las implicaciones éticas, los resultados destacan que la manipulación de células germinales sigue constituyendo el mayor dilema bioético. Al ser hereditaria, esta intervención podría alterar el patrimonio genético de generaciones futuras, generando riesgos inaceptables de eugenesia y afectando la visión de la discapacidad y la vulnerabilidad humana (Anchondo Pavón & Gallardo Macip, 2021). Esto concuerda con el consenso internacional que acepta la terapia somática, pero rechaza tajantemente la germinal (Rodríguez Yunta, 2003). Además, el elevado costo de estas terapias genera un claro riesgo de exclusión social, profundizando las brechas de equidad en países en vías de desarrollo.

El contraste regulatorio entre México y España constituye uno de los aportes más relevantes de este trabajo. Los resultados

muestran que España cuenta con un marco robusto alineado con los estándares de la Agencia Europea de Medicamentos (EMA), facilitando el avance hacia etapas clínicas. En cambio, México posee infraestructura científica, pero su regulación es incipiente dentro de la Ley General de Salud, lo que confina la mayor parte de los proyectos a la investigación básica. Esta brecha regulatoria aumenta el riesgo de prácticas no éticas o de "turismo genético". El análisis comparativo confirma que el contexto español presenta las características necesarias para llevar la terapia génica a la etapa clínica, mientras que el mexicano se limita a la generación de conocimiento básico, tal como se observó en el estudio de Olivo Yopez et al. (2021).

Finalmente, aunque la terapia génica se encuentra en desarrollo, existen áreas en consolidación como los tratamientos para insuficiencia cardíaca y cirrosis hepática (Reyes-Juárez & Zarain-Herzberg, 2009; Gálvez-Gastélum et al., 2010), aunque persisten limitaciones importantes (relacionadas con el acceso a estas terapias, debido a su alto costo y complejidad tecnológica) y escasa representación de datos latinoamericanos. Futuras investigaciones deberían orientarse hacia la creación de vectores más seguros y la evaluación de estrategias que garanticen la accesibilidad universal.

CONCLUSIONES

La presente investigación permite concluir que la terapia génica constituye uno de los avances más prometedores de la medicina contemporánea, capaz de ofrecer tratamientos seguros para enfermedades crónicas y degenerativas. Los vectores virales han demostrado alta eficacia, mientras que herramientas como CRISPR/Cas abren nuevas posibilidades de edición precisa (Chávez-Jacobo, 2018). Sin embargo, estos beneficios se ven limitados por la persistente toxicidad, la necesidad de dosis repetidas y los elevados

costos.

Desde el punto de vista bioético y regulatorio, se confirma que la manipulación de células germinales representa un riesgo inaceptable para las generaciones futuras y vulnera principios éticos fundamentales (Rodríguez Yunta, 2003). La brecha entre México y España es clara: mientras España cuenta con un marco normativo robusto que permite el avance clínico seguro, México se limita a la investigación básica debido a una regulación incipiente (Olivio Yopez et al., 2021). Esta disparidad compromete la equidad en el acceso a la medicina.

En síntesis, el éxito de la terapia génica dependerá de superar barreras técnicas y establecer marcos legales sólidos que garanticen la ética y la justicia social. México debe fortalecer urgentemente su normativa para cerrar la brecha, asegurando que la transición hacia la medicina genómica sea ética y accesible. Solo mediante este equilibrio entre innovación técnica y responsabilidad bioética, la terapia génica podrá cumplir su promesa.

REFERENCIAS

- Anchondo Pavón, S., & Gallardo Macip, C. (2021). La perfección de las vidas vulnerables. Modificación genética y discapacidad. *Medicina y Ética*, 32(2), 483-502. <https://doi.org/10.36105/mye.2021v32n2.04>
- Bermúdez-Morales, V. H., Peralta-Zaragoza, O., & Madrid-Marina, V. (2005). Terapia génica con citocinas contra cáncer cervicouterino. *Salud Pública de México*, 47(6), 458-468.
- Chávez-Jacobo, V. M. (2018). El sistema de edición genética CRISPR/Cas y su uso como antimicrobiano específico. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 21(2), 116-123. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.2.5>
- Gálvez-Gastélum, F. J., Segura-Flores, A. A., Senties-Gomez, M. D., Muñoz-Valle, J. F., & Armendáriz-Borunda, J. S. (2010). Combinatorial gene therapy renders increased survival in cirrhotic rats. *Journal of Biomedical Science*, 17(1), 42.
- García Miniet, R. S., & González Fragueta, M. E. (2008). Terapia génica. Perspectivas y consideraciones éticas en relación con su aplicación. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 7(1), 1-15.
- Olivo Yopez, A., Linares Márquez, P., Delgado Enciso, I., & Morales Romero, Z. (2021). La terapia génica en México y España, una aproximación bioética, desde la investigación científica. *Revista de Bioética y Derecho*, (53), 117-138. <https://doi.org/10.1344/rbd2021.53.34049>
- Reyes-Juárez, J. L., & Zárain-Herzberg, A. (2009). Terapia génica en la insuficiencia cardíaca. *Archivos de Cardiología de México*, 79(2), 140-150.
- Rodríguez Yunta, E. (2003). Terapia génica y principios éticos. *Acta Bioethica*, 9(1), 69-82. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=SI726-569X2003000100007

Ruiz Castellanos, M., & Sangro, B. (2005). Terapia génica: ¿Qué es y para qué sirve? *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 28(1), 17-27. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272005000100002

Sandoval-Rodríguez, A., Meza-Ríos, A., Mena-Enríquez, M., & Armendáriz-Borunda, J. (2021). La terapia génica con el activador de plasminógeno tipo urocinasa media la regeneración hepática. *Gaceta Médica de México*, 157(5), 525-532.

Urtti, A. (2009). Promesas de la terapia génica ocular [Promise of ocular gene therapy]. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 84(2), 57-60.

Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). Genome editing. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346(6213), 1077-1081.

High, K. A., & Roncarolo, M. G. (2019). Gene therapy. *New England Journal of Medicine*, 381(5), 455-464.

Naldini, L. (2015). Gene therapy returns to centre stage. *Nature*, 526(7573), 351-360.

Dunbar, C. E., High, K. A., Joung, J. K., Kohn, D. B., Ozawa, K., & Sadelain, M. (2018). Gene therapy comes of age. *Science*, 359(6372), eaar4672.

Maeder, M. L., Stefanidakis, M., Wilson, C. J., et al. (2019). Development of a gene-editing approach to restore vision loss in Leber congenital amaurosis type 10. *Nature Medicine*, 25(2), 229-233.

Uddin, F., Rudin, C. M., & Sen, T. (2020). CRISPR gene therapy: Applications, limitations, and future prospects. *Cells*, 9(3), 598.

European Medicines Agency. (2022). *Guideline on the quality, non-clinical and clinical aspects of gene therapy medicinal products*. EMA/CAT/80183/2014.

Kohn, D. B., Porteus, M. H., & Scharenberg, A. M. (2020). Gene therapy for blood diseases. *New England Journal of Medicine*, 382(19), 1825-1836.

Russell, S., Bennett, J., Wellman, J. A., et al. (2017). Efficacy and safety of voretigene neparvovec (AAV2-hRPE65v2) in patients with RPE65-mediated inherited retinal dystrophy. *The Lancet*, 390(10097), 849-860.

Frangoul, H., et al. (2021). CRISPR-Cas9 gene editing for sickle cell disease and β -thalassemia. *New England Journal of Medicine*, 384(3), 252-260.

Gillmore, J. D., et al. (2021). CRISPR-Cas9 in vivo gene editing for transthyretin amyloidosis. *New England Journal of Medicine*, 385(6), 493-502.

Mendell, J. R., et al. (2017). Single-dose gene-replacement therapy for spinal muscular atrophy. *New England Journal of Medicine*, 377(18), 1713-1722.

Kay, M. A. (2011). State-of-the-art gene-based therapies: The road ahead. *Nature Reviews Genetics*, 12(5), 316-328.

Hacein-Bey-Abina, S., et al. (2014). Insertional oncogenesis in gene therapy. *Human Gene Therapy*, 25(1), 1-3.

Stadtmauer, E. A., et al. (2020). CRISPR-engineered T cells in patients with refractory cancer. *Science*, 367(6481), eaba7365.

Collins, M., & Thrasher, A. J. (2015). Gene therapy: Progress and predictions. *Proceedings of the Royal Society B*, 282(1821), 20143003.

Friedmann, T. (2020). The evolution of gene therapy. *Gene Therapy*, 27(1-2), 1-3.

COFEPRIS. (2022). *Lineamientos para la regulación de terapias avanzadas y medicamentos de terapia génica en México*.

Bennett, J., et al. (2015). AAV2 gene therapy in patients with Leber hereditary optic neuropathy. *Molecular Therapy*, 23(6), 1121-1130.

Porteus, M. H. (2019). A new class of medicines through DNA editing. *New England Journal of Medicine*, 380(10), 947-959.

