



---

# DILEMAS ÉTICOS DEL DOPAJE GENÉTICO

---



ENFERMERÍA USC – CONVOCATORIA: 1ª ORDINARIA 2023/24

AUTOR: EDGAR QUEIPO GIL

TUTOR: JULIO MANUEL MASIDE RODRIGUEZ

## ÍNDICE

RESUMEN: .....	ii
RESUMO: .....	iii
ABSTRACT: .....	iv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS .....	3
Búsqueda bibliográfica y selección de artículos.....	3
Criterios de inclusión y exclusión .....	5
5. RESULTADOS.....	5
Dilemas éticos relacionados con la competición deportiva.....	6
Dilemas éticos relacionados con la salud .....	9
Dilemas éticos relacionados con la sociedad.....	12
6. DISCUSIÓN.....	15
Dilemas éticos relacionados con la competición deportiva.....	15
Dilemas éticos relacionados con la salud .....	18
Dilemas éticos relacionados con la sociedad.....	19
7. CONCLUSIONES .....	19
8. BIBLIOGRAFÍA.....	20

## **RESUMEN:**

**Introducción:** En la antigüedad, el uso de remedios naturales para mejorar las capacidades físicas era una práctica común. Esto ha ido evolucionando hasta llegar al dopaje genético, que se destaca como la técnica del futuro en el deporte. Sumado a la prohibición de su práctica y a las legislaciones estrictas de algunos países sobre la investigación genética, genera grandes dilemas éticos sobre su uso.

**Objetivos principales:** Identificar los dilemas éticos que comporta el dopaje genético en la competición deportiva, en la salud y en la sociedad.

**Metodología:** Se buscó en bases de datos científicas y en asociaciones y organizaciones gubernamentales, usando para ello la metodología PRISMA. Se cribaron los documentos obtenidos según su concordancia con los objetivos de la revisión. Se aplicó la Clasificación de Sackett para evaluar el nivel de evidencia de los artículos.

**Resultados:** Los resultados se dividieron en dilemas en la competición deportiva, salud y sociedad. Destacan en el primer punto las diferencias de opinión acerca de la participación de deportistas genéticamente dopados junto a no dopados, y de lo beneficioso que podría ser el dopaje genético para la recuperación de lesiones. En cuanto a salud sobresale el desconocimiento de los efectos adversos de esta práctica, y con relación a la sociedad cobra especial importancia la igualdad de acceso a mejoras genéticas y la división social derivada de ello. La deshumanización de los sujetos mejorados genéticamente y los fines lucrativos de la modificación son otros aspectos importantes mencionados.

**Conclusión:** El dopaje genético es una práctica de dudosa ética debido a cuestiones como la equidad entre deportistas en las competiciones, los riesgos para la salud, y la postura social acerca de los individuos modificados.

## **RESUMO:**

**Introdución:** Na antigüidade, o uso de remedios naturais para mellorar as capacidades físicas era unha práctica habitual. Isto foi evolucionando ata chegar á dopaxe xenética, que destaca como a técnica do futuro no deporte. Sumado á prohibición da súa práctica e á estrita lexislación nalgúns países en materia de investigación xenética, xera grandes dilemas éticos respecto ao seu uso.

**Obxectivos principais:** Identificar os dilemas éticos que supón a dopaxe xenética na competición deportiva, na saúde e na sociedade.

**Metodoloxía:** Buscáronse en bases de datos científicas e asociacións e organizacións gobernamentais, utilizando a metodoloxía PRISMA. Os documentos obtidos foron examinados segundo a súa concordancia cos obxectivos da revisión. Aplicouse a Clasificación Sackett para avaliar o nivel de evidencia dos artigos.

**Resultados:** Os resultados dividíronse en dilemas en competición deportiva, saúde e sociedade. O primeiro punto destaca as diferenzas de opinión sobre a participación de atletas dopados xeneticamente xunto con atletas non dopados, e o beneficioso que pode ser a dopaxe xenética para a recuperación das lesións. En materia de saúde, destaca o descoñecemento dos efectos adversos desta práctica e, en relación coa sociedade, cobra especial importancia o acceso en igualdade de condicións ás melloras xenéticas e a división social derivada dela. A deshumanización de suxeitos xeneticamente mellorados e os ánimos de lucro da modificación son outros dos aspectos importantes mencionados.

**Conclusión:** a dopaxe xenética é unha práctica de ética dubidosa debido a cuestións como a equidade entre os atletas nas competicións, os riscos para a saúde e a postura social respecto dos individuos modificados.

## **ABSTRACT:**

**Introduction:** In ancient times, the use of natural remedies to improve physical abilities was a common practice. This has evolved until it reaches genetic doping, which stands out as the technique of the future in sport. Added to the prohibition of its practice and the strict legislation of some countries on genetic research, generates great ethical dilemmas regarding its use.

**Main objectives:** Identify the ethical dilemmas that genetic doping entails in sports competition, health and society.

**Methodology:** Scientific databases and government associations and organizations were searched, using the PRISMA methodology. The documents obtained were screened according to their agreement with the objectives of the review. The Sackett Classification was applied to evaluate the level of evidence of the articles.

**Results:** The results were divided into dilemmas in sports competition, health and society. The first point highlights the differences of opinion about the participation of genetically doped athletes alongside non-doped athletes, and how beneficial genetic doping could be for recovery from injuries. In terms of health, the lack of knowledge of the adverse effects of this practice stands out, and in relation to society, equal access to genetic improvements and the social division derived from it are of special importance. The dehumanization of genetically enhanced subjects and the profit motives of modification are other important aspects mentioned.

**Conclusion:** Genetic doping is a practice of dubious ethics due to issues such as equity between athletes in competitions, health risks, and social stance regarding modified individuals.

## 1. INTRODUCCIÓN

El ser humano, desde sus orígenes, ha buscado la manera de aumentar sus capacidades físicas para obtener el máximo rendimiento de su cuerpo. Uno de los métodos empleados a tal fin era el consumo de sustancias mejoradoras, o dopantes, que conferían una ventaja a la hora de cazar, huir de depredadores, o resistir a condiciones medioambientales complicadas. La civilización inca consumía la hoja de coca para recorrer largas distancias en tiempos más cortos, por su propiedad de anular la sensación de cansancio. En Europa, se cree que los vikingos consumían una especie de hongo, el *amanita muscaria*, para guerrear con más valor y fuerza. La propia palabra “dopaje” proviene, según se cree, del término holandés *dop*, que hace alusión a una bebida hecha con pieles de uva que los guerreros zulúes tomaban para rendir mejor en la batalla [2]. Sin embargo, con la aparición de la cultura griega, y la competición deportiva por antonomasia, los Juegos Olímpicos, el dopaje dejó de asociarse a la supervivencia para ser utilizado en la competición, que perdura hasta nuestros días. Así, y según relatan sabios de la época, atletas como los saltadores consumían carne de cabra, mientras que los boxeadores preferían la carne de toro, creyendo en las propiedades especiales de estos alimentos. Los corredores, por ejemplo, consumían infusiones de plantas, como la cola de caballo (*Equisetum arvense*), para evitar la congestión durante las carreras [1].

Esta concepción del dopaje se mantuvo así hasta aproximadamente inicios del siglo XIX, cuando el uso de la farmacología sustituyó al de consumo de alimentos y plantas, pues sus efectos eran más notables, y las ventajas obtenidas mayores. Aunque en un principio se buscó el efecto potenciador de ciertos medicamentos con fines bélicos, su uso se acabó extendiendo entre los deportistas. De esta manera, el número de casos de dopaje a partir de los años 20 aumentó considerablemente, y paralelamente también lo hizo la cifra de atletas que fallecieron por sobredosis de sustancias mejoradoras. Toda esta situación dio lugar a que el Comité Olímpico Internacional decidiera realizar, a mediados del siglo XIX, controles antidopaje aleatorios, lo que a su vez condujo a la creación de la Agencia Mundial Antidopaje (AMA). Ambos órganos, de forma conjunta, crearon una lista donde se incluían todos los métodos de dopaje prohibidos en las competiciones deportivas. Dicha lista ha ido evolucionando con los años, al igual que las formas de doparse, hasta la versión actual. Entre otros muchos métodos de mejoramiento que se incluyen hoy en día, aparece el dopaje genético, una técnica reciente pero que avanza a pasos agigantados [1].

Hace unos meses, la Agencia Europea del medicamento (EMA) recomendó autorizar la comercialización del primer tratamiento basado en la terapia genética, para tratar la betatalasemia y la drepanocitosis [3]. *The Lancet* publicó recientemente un estudio donde se probaba la eficacia de la terapia genética para tratar y revertir un tipo de sordera infantil hereditaria que hasta entonces no tenía tratamiento. Los resultados demostraron que la terapia no sólo resultó eficaz en el tratamiento de la enfermedad, sino que además era seguro utilizarla en niños [4]. Cada vez más estudios exploran las posibilidades de la terapia genética, que parecen interminables. El potencial de la edición genética en el dopaje deportivo se presenta como una de las futuras opciones principales para aquellos atletas que desean llevar al máximo sus capacidades físicas.

Sin embargo, y como se ha mencionado previamente, la AMA contempla el dopaje genético entre las prácticas prohibidas dentro del deporte profesional [1], y la legislación de muchos países establece una regulación restrictiva con las posibilidades de la edición genética. En España, por ejemplo, la ley 14/2006, sobre técnicas de reproducción humana asistida, en su artículo 14 prohíbe expresamente el uso de estos para originar preembriones con fines de procreación [5]. A esto se suma lo expresado en la ley 14/2007, de investigación biomédica, cuyo artículo 33 prohíbe “la constitución de preembriones y embriones humanos exclusivamente con fines de experimentación” [6]. Si esto no se permite, las posibilidades de investigación se ven muy reducidas, y el conocimiento acerca de los efectos que puede tener el mejoramiento genético es menor. Esta situación conduce a un escenario en el que el uso del dopaje genético en el deporte genera una gran cantidad de dilemas y debates éticos, entre los que están a favor de permitir su práctica, y los que están en contra.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La terapia genética se está postulando como una de las técnicas del futuro para el tratamiento y prevención de enfermedades, debido a todas las posibilidades que presenta. Entre ellas, se encuentra la del dopaje genético, enfocado en el rendimiento deportivo. Aunque actualmente las regulaciones existentes prohíben su práctica, hay un sector de los deportistas que están a favor de su uso y la falta de métodos eficaces de detección del dopaje genético generan una incerteza sobre su práctica. Por todo esto, se torna importante exponer los dilemas éticos que presenta el dopaje

genético, tanto en la competición deportiva, como en la salud de los deportistas y en la sociedad, ya que actualmente no existe un consenso universal sobre su uso.

### 3. OBJETIVOS

- Identificar los dilemas éticos de la práctica del dopaje genético:
  - Identificar los dilemas éticos del dopaje genético en la competición deportiva.
  - Identificar los dilemas éticos del dopaje genético en la salud.
  - Identificar los dilemas éticos del dopaje genético en la sociedad.

### 4. MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se realizó una revisión bibliográfica de literatura científica, en el ámbito de la ética, para la que se empleó una metodología inspirada en la declaración de la Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) del año 2020 [7], así como una búsqueda temática y la consulta específica de organizaciones y asociaciones científicas y gubernamentales, relevantes para el tema a tratar.

#### **Búsqueda bibliográfica y selección de artículos**

La fase de búsqueda bibliográfica se llevó a cabo entre los meses de octubre y noviembre de 2023. Se realizó a través de una búsqueda en las principales bases de datos científicas, detalladas en el siguiente punto. De igual manera, se consultaron las páginas web de algunas organizaciones y asociaciones, así como de instituciones académicas. Para cada una de las fuentes de información se diseñaron estrategias de búsqueda específicas.

En primer lugar, se realizó la búsqueda en las bases de datos científicas. Se utilizaron para ello las bases de datos PubMed, SciELO, Cochrane, y Lilacs.

**-PubMed:** se realizaron dos tipos de búsqueda. En un primer momento, se utilizaron términos MeSH. Para ello, se buscó mediante la terminología MeSH “(“Genes”[Mesh]) AND “Doping in Sports”[Mesh]”. Después se utilizaron los términos MeSH “((((“Genes”[Mesh]) AND “Sports”[Mesh]) OR “Doping in Sports”[Mesh]) OR “Athletes”[Mesh]) AND “Ethics”[Mesh]”,

con la intención de llevar a cabo una búsqueda más específica y que incluyera más campos de la literatura científica que la anterior.

A continuación, se realizó una búsqueda utilizando palabras clave, en la que se utilizó el término “gene doping in sports”. Los resultados obtenidos se trataron aplicando el siguiente procedimiento. En una primera fase se llevó a cabo la lectura de los títulos de la totalidad de los resultados, excluyendo los que no se adecuaban a los objetivos. Finalizada dicha lectura, se pasó a una segunda fase, de lectura de los resúmenes ofrecidos en cada artículo. De nuevo, se excluyó la literatura cuyo resumen no se adecuaba al tema a revisión. Por último, se procedió a la lectura completa de los textos restantes, que concluyó con la obtención de los artículos que fueron incluidos definitivamente en el trabajo.

**-SciELO:** en este caso, se realizó una búsqueda mediante palabras clave, donde se aplicó el término “gene doping” en la barra de búsqueda. De los resultados obtenidos, se excluyeron aquellos que, tras la lectura del título, el resumen y el texto completo no concordaron con los objetivos de la revisión. Además, un artículo fue descartado por repetición.

**-Lilacs:** se siguió la misma estrategia que en el caso anterior, y se obtuvieron exactamente los mismos resultados que en SciELO.

**-Cochrane:** igual que en el caso anterior, se buscó por palabras clave mediante el término “gene doping” en la barra de búsqueda.

Por otro lado, se obtuvieron una serie de resultados a partir de la búsqueda en Internet de las páginas web de ciertas organizaciones e instituciones, que brindaban documentos de interés relacionados con la temática. En este caso, la búsqueda fue específica y directa, realizando únicamente la búsqueda de las webs en cuestión, donde se encontraba la literatura deseada.

A la hora de clasificar la bibliografía según la calidad de la evidencia científica, se empleó la Clasificación de Nivel de Evidencia de Sackett [8], que establece cinco niveles de evidencia, siendo el 1 el óptimo y el 5 el menos bueno. Además, se tuvieron en cuenta las posibles lagunas y limitaciones de la literatura empleada, a modo de factor discriminante a la hora de jerarquizar la calidad de la evidencia dentro del mismo nivel de clasificación.

### **Criterios de inclusión y exclusión**

El método de inclusión de artículos en la revisión se basó en el grado de afinidad de estos con los objetivos del trabajo, y, de igual manera, con el tema en cuestión. Por otro lado, solo se incluyeron los textos publicados en los idiomas inglés, español y portugués.

Se excluyeron todos aquellos resultados que no trataban el dopaje genético en su vertiente ética. En los casos concretos de SciELO y Lilacs, se excluyeron una serie de documentos por ser duplicados de búsquedas previas.

## **5. RESULTADOS**

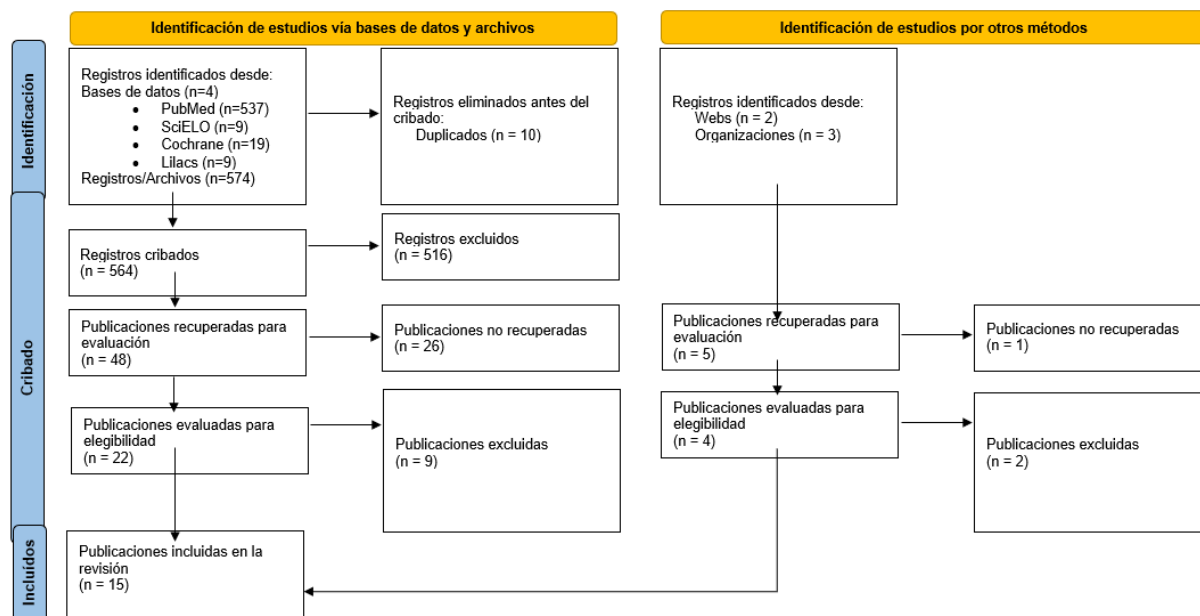
Producto de las estrategias de búsqueda, se obtuvieron un total de 574 registros divididos entre 4 bases de datos distintas. Por tratarse de una revisión bibliográfica cuyos objetivos fueron principalmente de carácter ético, la literatura se clasificó en el nivel 5 según la clasificación de Sackett, ya que estaba conformada por opiniones de expertos y revisiones bibliográficas no sistematizadas. PubMed dio la cifra de 537 resultados, SciELO de 9, igual que Lilacs, y Cochrane de 19 artículos. En el caso de PubMed, 240 resultados se obtuvieron de la búsqueda mediante los términos MeSH, que fueron descartados en su totalidad por no corresponderse con los objetivos del trabajo. La búsqueda que utilizó palabras claves dio 297 resultados, de los que se desecharon 253 por la misma razón. Del total de los registros, 537, se excluyeron 493 tras la lectura de los títulos. De los 44 restantes, se excluyeron 24 artículos tras leer el resumen, y finalmente fueron 11 los documentos incluidos de manera definitiva en la revisión.

En SciELO, la búsqueda mediante palabras clave dio 9 resultados, de los que se excluyó uno por repetición. De los 8 restantes, se desecharon 3 tras la lectura de los títulos, y la lectura de los resúmenes no sirvió para excluir ninguno de los 5 artículos restantes, algo que sí permitió la lectura completa de los textos, que redujo la cantidad de documentos hasta 2, que fueron incluidos en la revisión. La búsqueda en Lilacs brindó los mismos registros que se obtuvieron inicialmente en SciELO, por lo que todos ellos fueron excluidos por repetición.

Por último, el uso de palabras clave en Cochrane dio un total de 19 registros, que fueron excluidos tras la lectura de los títulos por no corresponderse con los objetivos de la revisión.

Todo lo mencionado previamente se resume en el diagrama de flujo PRISMA, que se muestra en la siguiente figura.

1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 para nuevas revisiones sistemáticas que incluyeron búsquedas en bases de datos, registros y otras fuentes.



El resultado final del proceso de búsqueda y cribado de la bibliografía fue de 15 artículos incluidos en la revisión desde un principio. Sin embargo, no todos ellos trataban los puntos a revisar, sino que se centraban más en un objetivo o en otro. Por ello, y a fin de simplificar el tratamiento de los resultados obtenidos, se dividieron estos en tres categorías principales, coincidentes con las preguntas a las que se quiso dar respuesta. Así, se distribuyeron los resultados en dilemas éticos relacionados con la competición deportiva, dilemas éticos relacionados con la salud, y dilemas éticos relacionados con la sociedad.

### **Dilemas éticos relacionados con la competición deportiva**

Autor/es	Año de publicación; tipo de documento	Principales reflexiones	Lagunas y limitaciones
Pérez Triviño JL	2012; revisión bibliográfica	Puede surgir la posibilidad en el futuro de que se creen seres con capacidades físicas aumentadas que tengan la pretensión de participar en competiciones deportivas. Podrían surgir dudas acerca de adscribirlos a competiciones con deportistas normales o crear nuevas competiciones para ellos.	La información expuesta podría estar desactualizada

		Podría haber deportistas con mejoras físicas y de ello surgirán ventajas respecto de los deportistas "normales".	debido al avance de la biotecnología
		El deportista seguirá necesitando entrenarse y sacrificarse para obtener finalmente un buen rendimiento deportivo. La tecnología sólo ofrece una diferencia pequeña en las marcas deportivas.	
		La igualdad que se produciría como resultado de la generalización de estos nuevos tratamientos conduciría a una situación en la que el esfuerzo y la dedicación se convertirían en un factor todavía más decisivo para la práctica deportiva.	
Cantelmo RA et al.	2019; revisión bibliográfica	Cuando el dopaje genético sea un tratamiento común, ¿se prohibirá a los deportistas usarlo? Podría ayudar a tratar lesiones de difícil recuperación. Una solución para mantener competiciones deportivas justas sería crear categorías especiales para estos deportistas.	No se encontraron
		Los atletas que usan el dopaje genético son los más decididos a dar todo el potencial de sus cuerpos para ser reconocidos en su especialidad deportiva.	
Haisma HJ y de Hon O	2006; revisión bibliográfica	El uso del dopaje viola el espíritu deportivo.	La opinión de los autores podría estar sesgada y desactualizada
		Sustancias creadas a medida podrían ayudar a los atletas a dar el máximo, pero haría el deporte poco interesante para los seguidores y poco humano, pues el público no se identificaría con los deportistas, y los verían como "productos de la ciencia".	
John R et al.	2020; revisión bibliográfica	Es debatible si debiera permitirse la disgregación de los deportistas por su perfil genético, o si, por el contrario, sería conveniente tomar medidas para nivelar la competición, como aplicar un hándicap a los superatletas o colocarlos en otra posición.	No se encontraron
		Hay un debate sobre si a los atletas sin mutaciones genéticas se les debería permitir mejorarse genéticamente para tener la oportunidad de competir con los deportistas de mejor perfil genético.	
Murray TH	2002; revisión bibliográfica	Los atletas son reacios a omitir una ventaja deportiva. Si creen que otros atletas usan una droga que mejora el rendimiento, entonces se sienten en desventaja. El deseo de nivelarse en la competición puede ser enorme.	La opinión del autor podría estar sesgada y desactualizada
		Algunos atletas deciden continuar compitiendo, sabiendo que estarán en desventaja y que, si son lo suficientemente buenos,	

		seguirán ganando. Otros deportistas se rinden y usan las drogas, para igualar la competición haciendo lo mismo que los rivales.	
Friedmann y Schneider	2006; revisión bibliográfica	El dopaje puede ser coercitivo, porque mejora los resultados. Ejerce presión sobre aquellos que quieren competir sin doparse. Sin embargo, si el dopaje no mejora el desarrollo del deporte y la excelencia de este, puede decirse que no es coercitivo. El dopaje es una perversión del deporte. Convierte la belleza del deporte y la gloria del esfuerzo en mera biotecnología.	La opinión del autor podría estar sesgada y desactualizada
Oliveira RS et al.	2011; revisión bibliográfica	Para un atleta, ganar una medalla es garantía de contratos futuros. Esto, entre otras cosas, presiona a los deportistas a doparse, y a hacerlo genéticamente. Si se permite la terapia génica en la medicina, cualquier mejora deportiva debería ser vista como un efecto secundario. Ya que los deportistas buscan dar el máximo, no hay razones evidentes para excluir el dopaje genético de los métodos empleados para mejorar el rendimiento.	La opinión de los autores podría estar desactualizada

Siete de los 15 artículos trataron los dilemas éticos que presenta el dopaje genético en la competición deportiva. Pérez Triviño JL (2012), John R et al. (2020), y Cantelmo et al. (2019) manifiestan la posibilidad de que personas genéticamente mejoradas deseen participar en competiciones deportivas, lo que supondría un dilema a la hora de decidir su participación junto a deportistas no mejorados o en competiciones únicas para ellos, y John R et al. (2020) se preguntan si debería ser una opción permitir el dopaje genético a los deportistas con un peor perfil genético para equilibrar sus posibilidades competitivas con aquellos con mejores genes [9-11]. Cantelmo et al. (2019) además exponen una situación en la que la terapia génica estaría al alcance de todos, donde impedir su uso a los deportistas para la recuperación de lesiones graves con tratamientos largos se tornaría injusto [11]. Oliveira RS et al. (2011) opinan que si la terapia genética con fines terapéuticos produce alguna ventaja deportiva de manera indirecta, esta debe tomarse como un efecto secundario, y añaden que, si se permiten métodos extremos de entrenamiento, por ejemplo, no hay una razón para prohibir la mejora genética, que se usaría con los mismos fines [12]. Como dicen Cantelmo et al. (2019), los deportistas de élite son los más dispuestos a dar el máximo de sus cuerpos a fin de obtener reconocimiento [11]. Dado el caso en el que la terapia génica sea accesible para toda la población, Pérez Triviño JL (2012) afirma que la dedicación, el esfuerzo y el entrenamiento de los deportistas sería más importante que nunca, pues con dejarlo todo en

manos de la modificación genética no sería suficiente [9]. Friedmann y Schneider (2006) y Murray TH (2002) hablan del efecto coercitivo que tiene el dopaje genético en los deportistas, ya que, si se comienza a saber de su uso, los deportistas querrán doparse para no quedar en desventaja, pues como comenta Oliveira RS (2011), del rendimiento de un atleta depende la consecución de medallas, que a su vez son un puente hacia la firma de contratos lucrativos [12-14]. Sin embargo, Murray TH (2002) opina que algunos deportistas podrían rechazar el dopaje genético, creyendo que podrían seguir siendo mejores y seguir ganando a pesar de estar en desventaja [13]. Por último, tanto Friedmann y Schneider (2006) como Haisma y De Hon (2006) afirman que el dopaje genético quebranta el espíritu deportivo, convirtiendo el deporte en biotecnología, y volviendo este una práctica científica que apartaría a la gente de su práctica, al no sentirse identificada con los atletas ni sus valores [12,15].

### **Dilemas éticos relacionados con la salud**

Autor/es	Año de publicación; tipo de documento	Principales reflexiones	Lagunas y limitaciones
Pérez Triviño JL	2012; revisión bibliográfica	<p>Se podría argumentar que los atletas no pueden tomar una decisión informada sobre el dopaje genético puesto que simplemente no hay información sobre la probabilidad o magnitud de los efectos potencialmente adversos ni de los beneficios.</p> <p>Cuando llegue el momento de que los tratamientos sean factibles, habrá que tomarse en serio la impredecibilidad del mejoramiento genético a largo plazo, lo cual supone poner en cuestión los argumentos a favor del mejoramiento genético.</p>	<p>La información expuesta podría estar desactualizada debido al avance de la biotecnología</p> <p>Se basa en la interpretación del autor más que en la evidencia</p>
Azzazy HME	2010; revisión bibliográfica	<p>Los atletas podrían usar el dopaje genético sin esperar a una aprobación de las pruebas realizadas con fines terapéuticos.</p> <p>Es costumbre en los deportistas ignorar las dosis recomendadas y usar varias drogas simultáneamente. El dopaje genético es proclive a ser realizado en secreto con limitada protección y consecuentemente con daños en la salud. Los vectores virales utilizados podrían ser perjudiciales para los deportistas y la población.</p>	No se encontraron

Brzeziańska E et al.	2014; revisión bibliográfica	Los efectos fisiológicos de doparse con EPO son principalmente un aumento del hematocrito, lo que puede dar lugar a accidentes cardiovasculares y un aumento de la resistencia vascular.	No se encontraron
		La sobreexpresión de GH se asocia a hipertensión intracraneal, cefalea, edema periférico, dolores musculares o cardiomegalia en personas entrenadas.	
Unal M y Unal DO	2004; revisión bibliográfica	El dopaje genético de IGF-1 causa diferenciación muscular. Los músculos se harían desproporcionadamente fuertes y tirarían de los tendones y de los huesos, lo que podría causar roturas o fracturas.	Algunas opiniones de los autores podrían estar desactualizadas por los avances científicos
		Aumentar artificialmente la EPO en personas sanas aumentaría la cantidad de hematíes y la viscosidad de la sangre, lo que podría provocar ataques de corazón y parálisis.	
Battery L et al.	2011; revisión bibliográfica	Hay preocupación acerca de la seguridad de la terapia génica debido a efectos adversos ocurridos en pruebas.	La opinión de los autores podría estar sesgada y desactualizada
Haisma HJ y de Hon O	2006; revisión bibliográfica	El uso de sustancias causa un riesgo potencial en el atleta, lo que viola el principio ético de proteger a los individuos de cualquier daño sobre la salud.	La opinión de los autores podría estar sesgada y desactualizada
		Hay muchas incertezas sobre los efectos a largo plazo del dopaje genético. Muchos efectos podrían no saberse, pues nunca serían estudiados en un entorno científico por razones económicas. Además, genera problemas morales acerca de la responsabilidad sobre la descendencia.	
John R et al.	2020; revisión bibliográfica	El dopaje genético puede ser peligroso con factores de riesgo conocidos y desconocidos. Por ejemplo, un incremento de la EPO provoca viscosidad de la sangre, llevando a un mayor riesgo de infarto.	No se encontraron
Friedmann y Schneider	2006; revisión bibliográfica	El deporte, especialmente el de élite, es una empresa dañina. No está claro por qué se debería proteger a los atletas del daño que el dopaje puede causar cuando no se les protege de los posibles daños del entrenamiento.	La opinión de los autores podría estar sesgada y desactualizada

Oliveira RS et al.	2011; revisión bibliográfica	Las alteraciones de la expresión genética pueden traer riesgos desconocidos a la salud del atleta, que podrían alcanzar las células germinales, por lo que se podrían transmitir a las generaciones futuras.	La opinión de los autores podría estar desactualizada
--------------------	------------------------------	--	---

De la totalidad de los artículos sujetos a revisión, 9 de ellos abordaban la temática de los dilemas éticos en el campo de la salud. Pérez Triviño JL (2012) expone el problema que supone el desconocimiento de los efectos adversos que puede producir el dopaje genético a largo plazo, algo que Battery L et al. (2011), Haisma HJ y de Hon O (2006), y John R et al. (2020) también afirman, añadiendo los primeros que existe evidencia de efectos secundarios en sujetos sometidos a pruebas [9,10,15,16]. Por otra parte, Pérez Triviño JL (2012) trata la posibilidad de que los deportistas no sean correcta ni completamente informados de los riesgos que trae consigo la modificación genética, así como de los beneficios, algo a lo que Azzazy HME (2010) añade que muchos deportistas podrían acceder al dopaje genético sin esperar a que se apruebe mediante pruebas médicas primero, pues es algo común en ellos utilizar diferentes sustancias al mismo tiempo, ignorando las dosis recomendadas, y en secreto y sin ningún tipo de medida protectora, lo que puede llegar a ser todavía más dañino [9,17]. El uso de vectores virales bajo estas condiciones, añade Azzazy HME (2010), podría desencadenar en efectos fatales tanto para los deportistas como para la población general [17]. Oliveira RS (2011) y Haisma HJ y de Hon O (2006) comentan la posibilidad de que los efectos de la modificación genética se transmitan a las generaciones futuras [12,15]. Haisma HJ y de Hon O (2006), sobre esto último, hablan del desconocimiento que se tendrá de esto, ya que nunca se llevarán a cabo estudios científicos confiables [15]. Por último, y a razón de los posibles efectos negativos que podría tener el dopaje genético en la salud de los deportistas, Brzezianska E et al. (2014) y Unal M y Unal DO (2004) hablan de los efectos del dopaje genético relacionado con la EPO, que produciría un notable aumento del hematocrito, resultando en infartos, trombosis o resistencia periférica vascular [18,19]. Brzezianska E et al. (2014) hablan, en relación con el dopaje en la producción de GH, de hipertensión intracraneal, dolor de cabeza, síndrome de túnel carpiano o dolores musculares, entre otras cosas [18]. Unal M y Unal DO (2004) refieren, acerca del dopaje en la producción de IGF-1, que produciría un crecimiento desproporcionado de los músculos, que a su vez generarían una gran tensión en los huesos y tendones, dando lugar a roturas de ligamentos o a fracturas óseas [19].

Los únicos que muestran otra postura acerca de la salud de los deportistas con respecto al dopaje genético son Friedmann y Schneider (2006), que cuestionan la necesidad de prohibir la modificación génica para proteger a los atletas, cuando la industria del deporte ya es dañina de por sí, y cuando se permiten técnicas de entrenamiento o de rendimiento tan perjudiciales como el dopaje génico [13].

### **Dilemas éticos relacionados con la sociedad**

Autor/es	Año de publicación; tipo de documento	Principales reflexiones	Lagunas y limitaciones
Pérez Triviño JL	2012; revisión bibliográfica	<p>Los espectadores tendrían dificultades para aceptar pruebas deportivas con deportistas "normales" y deportistas modificados tecnológicamente.</p> <p>La concepción más extendida en la actualidad es que la "humanidad" reside en la posesión de funciones cognitivas superiores (racionalidad, autonomía, conciencia y autoconciencia). Si se adopta esta concepción no parece de ninguna manera que los deportistas tratados tecnológicamente pierdan su humanidad.</p>	<p>La información expuesta podría estar desactualizada debido al avance de la biotecnología</p> <p>Se basa en la interpretación del autor más que en la evidencia</p>
Bomtempo TV	2016; artículo de reflexión	<p>El dopaje genético puede ser la puerta de entrada a la crianza de un ser humano mejorado no sólo atléticamente, sino con capacidades físicas, estéticas, biológicas e intelectuales que puedan dividir la raza humana entre los mejorados y los no mejorados.</p> <p>La vida humana, para ejercerse de forma íntegra, debe de basarse en la autonomía y el poder de decisión. La crianza de futuros bebés atletas, a petición de los padres, para generar una fuente de lucro y perpetuar deportistas en la descendencia, los volvería instrumentos de interés económico, lo que atentaría contra la dignidad humana, ya que su vida quedaría condicionada por la decisión de los padres.</p> <p>Cuanto más genes añadidos y expresados en el genotipo del atleta mejorado, mayor valor genético tendría este.</p>	<p>La opinión del autor podría estar sesgada y desactualizada</p>

		Así, las personas dejarían de tener dignidad para tener valor genético, que a su vez es valor económico.	
Unal M y Unal DO	2004; revisión bibliográfica	Como el resto de la sociedad, los atletas deberían tener derecho a beneficiarse de la terapia genética para el tratamiento de condiciones médicas.	La opinión de los autores podría estar sesgada y desactualizada
Murray TH	2002; revisión bibliográfica	En el escenario igualitario, se hace disponible la GH para todos: todos los niños de EE. UU. consiguen la GH que quieren. ¿A quién beneficia este escenario? A los niños no. Todos serían más altos, pero seguiría habiendo unos más altos que otros.	La opinión del autor podría estar sesgada y desactualizada
Haisma HJ y de Hon O	2006; revisión bibliográfica	En el futuro será posible tratar a pacientes con enfermedades musculares mediante medicinas genéticas que mejorarán su fuerza muscular. ¿Se les permitirá competir?	La opinión de los autores podría estar sesgada y desactualizada
McCrorry P	2003; revisión bibliográfica	Muchos países han tenido programas de identificación de talentos donde los jóvenes atletas son identificados según sus características antropomórficas y sujetos a programas de entrenamiento intensivo. ¿Qué pasaría si el mismo potencial pudiese ser detectado usando una prueba genética de sangre?	La opinión del autor podría estar sesgada y desactualizada
Friedmann y Schneider	2006; revisión bibliográfica	El argumento es que, si los niños ven a los atletas usando el dopaje para conseguir el éxito, entonces otras drogas pueden ser vistas como un método viable para otros fines. Sin embargo, no se prohíben otras sustancias o actividades para adultos por su potencial efecto dañino en los niños. El dopaje es antinatural y deshumanizante. Este argumento es interesante pero incompleto, ya que no hay una concepción universal sobre lo que es ser humano.	La opinión de los autores podría estar sesgada y desactualizada
National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine	2017; documento de consenso	La mejora de la descendencia puede animar a la gente a ver a los niños como algo que se puede diseñar y manipular. Algunos dirían que tomar decisiones sobre nuestro futuro genético es precisamente humano. Los transhumanistas discuten no solo la legitimidad ética de algunas formas de mejora genética de la descendencia, también la responsabilidad y la obligación ética de tomar ventaja de las posibilidades de mejora en beneficio de sus niños.	No se encontraron

Nuffield Council on Bioethics	2016; documento de revisión ética	Los procesos naturales han operado para crear ecosistemas, que la intervención humana pondría en riesgo con resultados impredecibles y potencialmente catastróficos. La práctica del dopaje genético podría provocar consecuencias a largo plazo que serían casi imposibles de revertir.	No se encontraron
-------------------------------	-----------------------------------	--	-------------------

En este caso, 9 artículos fueron los que hablaron de los dilemas éticos que plantea el dopaje genético en el ámbito de la sociedad. Pérez Triviño JL (2012) habla del concepto de humanidad. Para él, la humanidad reside en la posesión de capacidades cognitivas superiores, como son la racionalidad o la autoconciencia, propias de la especie humana, por lo que los deportistas tratados genéticamente no perderían su humanidad [9]. Friedmann y Schneider (2006) opinan que el argumento de la deshumanización es incompleto, pues no existe una concepción universalmente aceptada de lo que es humano [13]. Bomtempo TV (2016) comenta que el dopaje genético puede dar lugar a la crianza de humanos mejorados no solo físicamente, sino también estética o intelectualmente, lo que provocaría la división de la raza humana entre aquellos individuos mejorados y aquellos no mejorados. La generación de bebés modificados, a su vez, podría generar una fuente de lucro y la perpetuación de deportistas en la descendencia, convirtiendo a estos bebés en instrumentos de interés, lo que atentaría contra la dignidad humana, puesto que, desde un concepto de humanidad basado en la autonomía y la capacidad para tomar las propias decisiones, se condenaría a los bebés a una vida decidida por los progenitores, y no por sí mismos. De esta manera, añade Bomtempo TV (2016), cuanto más modificado esté el genotipo de un deportista, mayor valor genético tendría. Los atletas dejarían de tener dignidad para pasar a tener valor genético, que se traduce en valor económico [20]. La National Academy of Sciences et al. (2017) menciona la postura de los transhumanistas, que defienden que tomar decisiones sobre nuestro futuro genético es precisamente lo humano, y añaden que los padres tienen la responsabilidad y obligación ética de que sus hijos se beneficien de las mejoras genéticas [21]. Murray TH (2002), por su parte, habla del escenario igualitario, un supuesto en el que todos los niños tendrían acceso a las mismas herramientas de mejora genética. Partiendo de la base génica de cada uno, todos estarían mejorados, pero no obtendrían beneficio alguno, pues las diferencias entre ellos seguirían existiendo [14]. Friedmann y Schneider (2006) cuestionan el razonamiento de que el dopaje genético daña especialmente a los niños, ya que, según dicho raciocinio, si estos ven a los atletas usar el dopaje genético para alcanzar el éxito deportivo, entonces otras drogas podrían ser vistas

de manera similar para lograr otros fines. Lo que Friedmann y Schneider (2006) defienden es que, de igual manera que no se prohíben sustancias o actividades para adultos por su posible efecto dañino en los niños, no se debe prohibir el dopaje genético [13]. McCrory P (2003) comenta qué podría ocurrir si los programas de identificación de talentos dejasen de basarse en las características físicas de los deportistas jóvenes para centrarse en una analítica de sangre que muestre el potencial genético de cada uno [22].

Pérez Triviño JL (2012) opina que los espectadores tendrían dificultad para aceptar pruebas deportivas con atletas “normales” y otros modificados genéticamente [9]. Unal M y Unal DO (2004) creen que, de igual manera que el resto de la sociedad, los deportistas deberían tener derecho a usar el tratamiento genético para recuperarse de lesiones o abordar condiciones médicas [19]. De forma similar, Haisma HJ y de Hon O (2006) plantean la posibilidad de que pacientes tratados para curar enfermedades musculares que mejoren su fuerza muscular, por ejemplo, puedan ser aptos para competir [15]. El Nuffield Council on Bioethics (2016) habla de las consecuencias que el dopaje genético, en manos del ser humano, podría tener en el medio ambiente. De igual manera que ha ocurrido en otras ocasiones, creen que a largo plazo las técnicas de tratamiento genético podrían provocar desajustes en los ecosistemas, con los correspondientes riesgos, de carácter impredecible y catastrófico. Esto reside en la posibilidad de utilizar la edición genética para la modificación o erradicación de especies animales o vegetales, o, de manera similar, de microorganismos bacterianos o víricos [23].

## 6. DISCUSIÓN

### **Dilemas éticos relacionados con la competición deportiva**

Con respecto a la competición deportiva, las opiniones de los autores se derivan hacia tres cuestiones principales comunes. La primera de ellas aborda la posible necesidad de crear competiciones o categorías especiales para los deportistas genéticamente mejorados, o si, por el contrario, deben competir junto a los atletas no modificados [8-10]. La perspectiva más extendida sostiene que es el deportista no mejorado el que está en desventaja frente al dopado. Sin embargo, existen atletas que por su propio genotipo rinden mejor que sus rivales o que obtienen mejores marcas. ¿Deberían estos deportistas, que tienen una ventaja genética natural, competir también en categorías diferentes? Hay quien podría alegar que esto no es justo. Sin embargo, ninguno de los

expertos va más allá de cuestionar estos aspectos, pues establecer los límites entre lo que es justo e injusto dentro de la competición deportiva son difusos y a menudo subjetivos. Por otra parte, los autores no tienen en cuenta la perspectiva de aquellos deportistas que están a favor de implementar el dopaje genético en el deporte. Un buen ejemplo de esto son los *Enhanced Games*, un proyecto en construcción de competición deportiva donde se permitirá cualquier método de mejoramiento físico. La competición respeta la elección personal de cada deportista de doparse, por lo que cualquiera podrá participar, mejorado o no, y ambas posturas serán consideradas válidas. Los organizadores afirman que crear esta competición es necesario porque es la única manera de permitir a los atletas dar lo máximo de sus cuerpos, y que competir contra deportistas no mejorados en competiciones sin dopaje es limitante [24]. Teniendo en cuenta sus argumentos y dejando a un lado los posibles riesgos para la salud del dopaje genético, no hay una razón clara para afirmar que la desventaja se produce sobre los atletas no mejorados, cuando se podría decir que los deportistas mejorados son limitados al no permitírseles competir en las disciplinas existentes. En segundo lugar, y en relación con lo anterior, se expone la idea de que, si no se pueden crear categorías diferentes para mejorados y no mejorados, entonces debería ponerse sobre la mesa la opción de equilibrar las capacidades físicas de los deportistas, algo contrario al sentido de las competiciones deportivas. De nuevo, los expertos remarcan los problemas éticos que supondría para el deporte permitir a los competidores utilizar métodos de dopaje genético con el fin de igualar sus posibilidades de ganar con las de los deportistas de mejor perfil genético. También refuerzan la necesidad que los deportistas “en desventaja” podrían tener que modificarse para poder competir en igualdad de condiciones, ya que su futuro económico y deportivo depende de buenos resultados [8,9]. Esta es una idea que la mayoría de los autores repiten, afirmando que la mercantilización del deporte de élite arrastra a los deportistas al uso del dopaje, en cualquiera de sus formas, por el carácter coercitivo que tiene para ellos esta comercialización. Los atletas, dicen, siempre buscarán la manera de encontrar una ventaja sobre los rivales, pues ganar supone la obtención de contratos y patrocinios, que se traducen en dinero [11-13]. Sin embargo, paralelamente argumentan que el dopaje genético por sí solo no genera grandes diferencias en el rendimiento, y algunos opinan que factores como el entrenamiento, el esfuerzo o la dedicación seguirían siendo los aspectos fundamentales para destacar en la competición, algo que resulta contradictorio [8]. Este pensamiento se demuestra sesgado cuando tienen lugar casos especialmente polémicos en la comunidad deportiva y científica, como el Caso Semenya, una atleta a la que se obligó a medicarse para reducir los niveles de testosterona, sintetizada de manera natural por su organismo, para

igualarse a sus rivales. Si bien es cierto que sus marcas eran mejores, las mujeres con un mayor nivel de testosterona apenas tienen una ventaja del 1% con respecto a las que tienen unos niveles más bajos [25]. Por esto, se podría decir que su éxito deportivo dependía del entrenamiento más que de su genotipo, y sin embargo se la obligó a medicarse para poder competir. Como comentan Hamilton BR et al., las competiciones deportivas no deberían disgregarse por cuestión de sexo, de carácter biológico, cuando las disciplinas se diferencian actualmente en masculinas y femeninas, algo que hace referencia al género de los atletas, relacionado con la identidad y la percepción de uno mismo. Algunos de esos casos engloban a las deportistas con diferencias en el desarrollo sexual (DSD), como Semenya. Si se le prohíbe competir en el deporte de mujeres, a pesar de identificarse con el género femenino, podría argumentarse que se está violando el derecho fundamental de Semenya como ser humano de tener una identidad propia elegida por sí misma [26]. Por todo esto, se podría debatir cuan ética fue esta decisión, así como la cantidad de exámenes médicos a los que se tuvo que someter Semenya, dejando a un lado el respeto hacia su privacidad. Si el dopaje genético, o en su defecto, un genotipo favorable, no presentan una ventaja clara en la competición, ¿Por qué se trata de explicar su aplicación en los deportistas que se dopan, mientras que se dilapida a aquellos que presentan una ventaja genética heredada? En este aspecto los expertos carecen de imparcialidad, pues debaten acerca de lo ético que puede o no ser la práctica del dopaje en atletas que buscan rendir al máximo, aportando incluso argumentos que defienden la postura de dichos deportistas, pero no discuten cuan ético es obligar a una persona a limitar sus capacidades por tener una genética heredada que le confiere una ventaja natural, algo que sin duda va en contra del espíritu deportivo, donde priman las diferencias naturales entre deportistas, que a su vez potencian la competición entre ellos. Por último, es importante destacar la posibilidad que exponen los autores de que se permita a los deportistas aplicar mejoras genéticas para la recuperación de lesiones graves, y de que, una vez recuperados, se les permita participar de nuevo en las competiciones, tomando las posibles mejoras genéticas como efectos secundarios [10,11]. Aunque los autores plantean más cuestiones que respuestas en relación con este punto, se muestran más permisivos a la hora de permitir la modificación genética para favorecer o acelerar la recuperación de lesiones graves. Recientemente se sancionó a un futbolista, Paul Pogba, con 4 años de inhabilitación por utilizar testosterona para recuperarse con mayor celeridad de una dura lesión de rodilla [27]. Aquí el debate podría surgir sobre hasta qué punto sería adecuado permitir este tipo de técnicas en deportes de equipo, donde las mejoras individuales, secundarias a un proceso terapéutico, no serían tan destacables. El problema se generaría sobre la diferenciación

entre deportes individuales y colectivos, pues en los primeros la recuperación mediante modificación genética sería más controvertida, mientras que en los segundos sus efectos pasarían más desapercibidos. Esta es una posible segregación que los expertos no tienen en cuenta en sus opiniones, y que podría tener importancia en un escenario en el que la modificación genética se permitiese en el deporte con fines terapéuticos.

### **Dilemas éticos relacionados con la salud**

En el apartado de la salud, los autores se muestran especialmente preocupados con los efectos adversos que el dopaje genético podría provocar en los deportistas a largo plazo, y en la posible transmisión de las modificaciones genéticas a las futuras generaciones. Algo en lo que todas las opiniones concuerdan es en que el dopaje genético en el deporte, por estar prohibido, debe realizarse a escondidas, en condiciones peligrosas para el deportista, que carece de toda la información disponible para tomar la decisión de doparse, y sin un seguimiento médico y científico que proteja al deportista una vez modificado su genotipo [8,9,11-17]. Siguiendo este razonamiento, en el futuro no se conocerían los efectos adversos propios del dopaje genético, por lo que prevenirlos sería prácticamente imposible. Aunque se conocen algunos de los efectos dañinos del dopaje con sustancias como la hormona del crecimiento (GH) o la eritropoyetina (EPO), lo cierto es que en el caso del mejoramiento genético apenas se tiene información. Uno de los pocos casos donde la comunidad científica pudo obtener conclusiones de la modificación genética fue el de los embriones editados por un biólogo chino, que poco después daría lugar a dos niñas gemelas. En un primer momento, el experimento se llevó a cabo a escondidas, y la intención fue inmunizar genéticamente a los embriones frente al VIH. Cuando esto se hizo público, la comunidad científica expresó su desaprobación por tratarse de un experimento nada ético, ya que no tenía una intención terapéutica, sino de mejora de los embriones. Aunque hoy en día se respeta la privacidad de las niñas, y no se sabe nada de ellas, el suceso sirvió para arrojar luz a las cuestiones que se tratan en este apartado. La comunidad científica concluyó, en primer lugar, que las modificaciones genéticas podrían afectar a los órganos de las niñas, y provocar efectos fatales como fallos multiorgánicos, en cualquier momento de su vida. Por otro lado, las niñas podrían no sufrir ciertas alteraciones, por encontrarse estas en los genes de algunas células aisladas, que, de llegar a las células germinales, sí afectarían directamente a la descendencia, ya que las células en su totalidad presentarían esta alteración [28]. Si se extrapolan estas aseveraciones al dopaje genético, los efectos en la salud de los deportistas y de su descendencia serían similares.

## **Dilemas éticos relacionados con la sociedad**

Siguiendo con los efectos que el dopaje genético puede tener en la descendencia, los autores expresan, con notable unanimidad, su preocupación por un hipotético escenario en el que la práctica de la modificación genética en el deporte abra las puertas a su uso en el resto de la sociedad, permitiendo a las personas modificar los embriones para que sus hijos nazcan con mejoras físicas e intelectuales, o simplemente por cuestiones estéticas [8,12-14,18-22]. Los expertos analizan las repercusiones económicas que esto tendría en los bebés, que dejarían de tener valor como humanos para tener un valor monetario, pagando por tener niños mejorados genéticamente que, además, podrían generar una estirpe de deportistas en su descendencia. Los bebés serían instrumentos para la obtención de dinero, lo cual resultaría deshumanizante por completo [19,20]. Aunque la perspectiva de los autores se queda ahí, se podría debatir de igual manera sobre las consecuencias sociales que se producirían de posibilitar el mejoramiento genético a toda la población. Es lógico pensar en la división y segregación de la sociedad en personas modificadas y no modificadas, que a su vez se correspondería con las clases más pudientes y las más pobres, lo que remarcaría aún más la división de clases sociales. Otro de los puntos que se podría discutir es donde se debería poner el límite a la modificación genética en caso de que se permitiese con fines de mejora o estéticos, pues esto podría dar lugar a nuevos grupos de similitud genética de seres humanos, parecidos entre sí, pero diferentes al resto. Otro aspecto apenas mencionado, pero de gran importancia, es la acción que la modificación genética podría tener sobre los ecosistemas y el medio ambiente. Actualmente una empresa de EE. UU. está desarrollando una solución a la plaga de una especie de mosca de la fruta consistente en la edición genética de machos de la mosca para hacerlos estériles, impidiendo la reproducción de la especie [29]. Si esto mismo se lleva al terreno de la microbiología, la práctica de la edición genética en ciertos virus o bacterias podría dar lugar a graves enfermedades, potencialmente pandémicas, creadas por la acción del ser humano, que al mismo tiempo sería el gran perjudicado en este escenario.

## **7. CONCLUSIONES**

1. El dopaje genético es una técnica altamente controvertida por los dilemas éticos que presenta en el deporte, en la salud, y en la sociedad.

2. Mantener la justicia y la competitividad dentro del deporte entre atletas mejorados y no mejorados es uno de los grandes dilemas que surgen de la práctica del dopaje genético.
3. El desconocimiento de los efectos adversos a largo plazo y la inclusión del dopaje genético en una industria dañina de por sí, son las principales barreras éticas que presenta la técnica en el ámbito de la salud.
4. A nivel social, podría causar un gran impacto la aparición de competiciones donde se permite abiertamente el mejoramiento genético, ya que tendrían un carácter más científico que deportivo.
5. El uso de tratamientos y prácticas derivadas de la edición genética acentuaría las desigualdades sociales entre sectores de la población.
6. La generación de embriones modificados para convertirse en deportistas con fines lucrativos y la deshumanización de estos es otro de los dilemas éticos que generan gran preocupación en el ámbito de la sociedad.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. Alfaya Pereira E. Sustancias dopantes y técnicas antidopaje: una visión histórica. *Gac Int Cienc Forenses*. 2018;(28):3-11. ISSN 2174-9019
2. Graf-Baumann T. Medicolegal aspects of doping in football. *Br J Sports Med*. 2006; (40): 55-57. DOI 10.1136/bjism.2006.027979
3. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. La EMA recomienda la autorización de comercialización del primer tratamiento de edición genética [Internet]. Madrid: AEMPS; 2023 [citado 2024 Mar 24]. Disponible en: <https://www.aemps.gob.es/informa/la-ema-recomienda-la-autorizacion-de-comercializacion-del-primer-tratamiento-de-edicion-genetica/>
4. Lv J, Wang H, Cheng X, Chen Y, Wang D, Zhang L, et al. AAV1-hOTOF gene therapy for autosomal recessive deafness 9: a single-arm trial. *Lancet*. 2024; DOI: 10.1016/S0140-6736(23)02874-X
5. Ley 14/2006, de 26 de mayo, sobre técnicas de reproducción humana asistida. BOE n.126 (27 May 2006)
6. Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica. BOE n.159 (4 Jul 2007)

7. PRISMA. PRISMA 2020 flow diagram - PRISMA statement [Internet]. PRISMA; 2020 [citado 2023 Nov 5]. Disponible en: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>
8. Manterola DC, Zavando MD. Cómo interpretar los "Niveles de Evidencia" en los diferentes escenarios clínicos. *Rev Chil Cir.* 2009; 61(6):582-595. DOI 10.4067/S0718-40262009000600017
9. Pérez Triviño JL. Deportistas tecnológicamente modificados y los desafíos al deporte. *Rev Bioet Derecho.* 2012; (24):3-19. DOI 10.4321/s1886-58872012000100002
10. John R, Dhillon MS, Dhillon S. Genetics and the elite athlete: our understanding in 2020. *Indian J Orthop.* 2020; 54(3):256-63. DOI 10.1007/s43465-020-00056-z
11. Cantelmo RA, da Silva AP, Mendes-Junior CT, Dorta DJ. Gene doping: present and future. *Eur J Sport Sci.* 2019; 20(8):1093-101. DOI 10.1080/17461391.2019.1695952
12. Oliveira RS, Collares TF, Smith KR, Collares TV, Seixas FK. The use of genes for performance enhancement: doping or therapy? *Braz J Med Biol Res.* 2011; 44(12):1194-201. DOI 10.1590/s0100-879x2011007500145
13. Schneider AJ, Friedmann T. The problem of doping in sports. *Advances in Genetics.* 2006; 51: 1-9. DOI 10.1016/s0065-2660(06)51001-6
14. Murray TH. Reflections on the ethics of genetic enhancement. *Genet Med.* 2002; 4(6):27-32. DOI 10.1097/00125817-200211001-00006
15. Haisma HJ, de Hon O. Gene doping. *Int J Sports Med.* 2006; 27(4):257-66. DOI 10.1055/s-2006-923986
16. Battery L, Solomon A, Gould D. Gene doping: Olympic genes for Olympic dreams. *J R Soc Med.* 2011; 104(12):494-500. DOI 10.1258/jrsm.2011.110240
17. Azzazy HM. Gene Doping. *Handbook of Experimental Pharmacology.* 2009; (195):485-512. DOI 10.1007/978-3-540-79088-4\_20
18. Brzezińska E, Domańska D, Jegier A. Gene doping in sport – perspectives and risks. *Biol Sport.* 2014; 31(4):251-9. DOI 10.5604/20831862.1120931
19. Unal M, Ozer Unal D. Gene doping in sports. *Sports Med.* 2004; 34(6):357-62. DOI 10.2165/00007256-200434060-00002
20. Bomtempo TV. Doping genético e eugenesia: diálogos além do esporte. *Rev Latinoam Bioet.* 2016; 16(2):82-101. DOI 10.18359/r/bi.1816

21. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Human Genome Editing: Sciences, Ethics and Governance. Washington, DC: The National Academies; 2017. DOI 10.17226/24623
22. McCrory P. Super athletes or gene cheats? Br J Sports Med. 2003; 37(3):192-3. DOI 10.1136/bjism.37.3.192
23. Nuffield Council on Bioethics. Genome editing – an ethical review. London: Nuffield Council on Bioethics; 2016. Disponible en: <http://www.nuffieldbioethics.org>
24. Enhanced Games [Internet]. [Citado 2024 Mar 18]. Disponible en: <https://enhanced.org/>
25. Mujeres con ciencia. El caso de Caster Semenya [Internet]. Mujeres con ciencia; 2019 [citado 2024 Mar 18]. Disponible en: <https://mujeresconciencia.com/2019/05/30/el-caso-de-caster-semenya/>
26. Hamilton BR, Lima G, Barrett J, Seal L, Kolliari-Turner A, Wang G, et al. Integrating Transwomen and Female Athletes with Differences of Sex Development (DSD) into Elite Competition: The FIMS 2021 Consensus Statement. Sports Med. 2021; 51(7):1401-15. DOI 10.1007/s40279-021-01451-8
27. El País. Paul Pogba, sancionado cuatro años por dopaje [Internet]. El País; 2024 [citado 2024 Mar 18]. Disponible en: <https://elpais.com/deportes/futbol/2024-02-29/paul-pogba-sancionado-cuatro-anos-por-dopaje.html>
28. Pichel J. Las niñas chinas editadas genéticamente: qué sabemos del experimento más irresponsable [Internet]. El Confidencial; 2022 [citado 2024 Mar 18]. Disponible en: [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2022-02-22/ninas-chinas-editadas-geneticamente\\_3378393/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2022-02-22/ninas-chinas-editadas-geneticamente_3378393/)
29. Merchant EF. How CRISPR could help save crops from devastation caused by pests [Internet]. MIT Technology Review; 2023 [citado 2024 Mar 18]. Disponible en: <https://www.technologyreview.com/2023/02/02/1067679/crispr-crops-pests/>