

Mejoradores cognitivos transcraneales para atletas de alto rendimiento: perspectiva desde la bioética deportiva

Transcranial Cognitive Enhancers for High-Performance Athletes: A Perspective from the Sports Bioethics

Melhoradores cognitivos transcranianos para atletas de alto rendimiento: perspectiva da bioética esportiva

Henry David Caro Romero¹

¹ Posdoctor en Educación. Docente de la Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: hddcaror@pedagogica.edu.co
ORCID: 0000-0003-3848-2271

Cómo referenciar

Caro Romero, H. D. (2023). Mejoradores cognitivos transcraneales para atletas de alto rendimiento: la perspectiva de la bioética deportiva. *Educación Física y Deporte*, 42(2), 1-30 <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.e352272>

© Henry David Caro Romero.



Esta obra está bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-Compartirlgual 4.0.

RESUMEN

Este artículo realiza una valoración prospectiva del empleo de mejoradores cognitivos transcraneales en atletas de alto rendimiento, desde la bioética del deporte. Es un estudio cualitativo de revisión y análisis documental. Se aplicó una encuesta sobre su hipotética promoción como terapia, mejora cognitiva artificial o bienestar. La población encuestada fueron 171 estudiantes, entre 17 a 26 años, de quinto semestre o superior de una universidad colombiana. Entre los hallazgos, se menciona que el acrecentamiento cognitivo muestra avances en el campo médico y a nivel deportivo, pero aún de forma incipiente. Los entrevistados prefirieron su uso terapéutico y, en menor proporción, para la mejora cognitiva o el bienestar. Se concluye la necesidad de informar a esta comunidad sobre los beneficios y/o perjuicios para lograr un uso adecuado. Se desconocen los efectos de su manejo sin supervisión médica, pero inferimos que a mediano plazo podrían acarrear dificultades de salud pública.

PALABRAS CLAVE: atletas de alto rendimiento, bioética del deporte, docentes deportivos en formación, mejora cognitiva artificial, mejoradores cognitivos transcraneales.

ABSTRACT

This article makes a prospective assessment of the use of transcranial cognitive enhancers in high-performance athletes, from the perspective of sports bioethics. It is a qualitative study of documentary review and analysis. A survey was applied on their hypothetical promotion as therapy, artificial cognitive enhancement or well-being. The population surveyed was 171 students, between 17 and 26 years old, from the fifth semester or higher of a Colombian university. Among the findings, it is mentioned that cognitive enhancement shows advances in the medical field and at the sports level, but still incipiently. The interviewees preferred its therapeutic use and, to a lesser extent, for cognitive

enhancement or well-being. It is concluded that there is a need to inform this community about the benefits and/or harms to achieve an adequate use. The effects of its management without medical supervision are unknown, but we infer that in the medium term it could lead to public health problems.

KEYWORDS: high-performance athletes, sports bioethics, sports teachers in training, artificial cognitive enhancement, transcranial cognitive enhancers.

RESUMO

Neste artigo é realizada uma avaliação prospectiva do uso de potencializadores cognitivos transcranianos em atletas de alto rendimento, a partir da bioética do esporte. Trata-se de um estudo qualitativo de revisão e análise documental. Foi aplicada uma pesquisa sobre sua hipotética promoção como terapia, melhoria cognitiva artificial ou bem-estar. A população pesquisada foi de 171 estudantes, entre 17 e 26 anos, do quinto semestre ou superior de uma universidade colombiana. Entre as conclusões, menciona-se que o crescimento cognitivo apresenta progressos na área médica e a nível desportivo, mas ainda de forma incipiente. Os entrevistados preferiram seu uso terapêutico e, em menor proporção, para melhoria cognitiva ou bem-estar. Conclui-se a necessidade de informar esta comunidade sobre os benefícios e/ou malefícios para alcançar o uso adequado. Os efeitos da sua gestão sem supervisão médica são desconhecidos, mas inferimos que a médio prazo poderão causar dificuldades de saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: atletas de alto rendimento, bioética desportiva, professores de desporto em formação, melhoramento cognitivo artificial, melhoradores cognitivos transcranianos.

INTRODUCCIÓN

La interdependencia entre el ser humano y las tecnologías es cada vez mayor y todo parece indicar que no hay vuelta atrás. Las posibilidades de conocimiento que brindan estas herramientas ponen en cuestión los avances que la humanidad había alcanzado hasta ahora en materias como la educación, la medicina, el deporte y la cultura. Especialmente el internet da a las actuales generaciones la facilidad de compartir, procesar y ampliar información, y de producir un conocimiento nuevo, que podríamos comparar con un gran cerebro universal que se enriquece segundo a segundo a nivel global. Una de las tecnologías que mejor podría representar esta relación de dependencia es la de los mejoradores cognitivos transcraneales, que se destaca, entre otras cosas, por no ser invasiva. No obstante, a nivel individual surge una duda: ¿qué podría sucederle al cerebro humano cuando sea alterado directamente a través de los mejoradores cognitivos transcraneales, poniendo a prueba la tradición formativa, deportiva y educativa, e incluso los procesos de recuperación de enfermedades y la terapia neural? En este sentido, Farinella y Gulyaeva (2023) resaltan que

El rápido desarrollo de las neurotecnologías nos permite comprender e intervenir directamente en el funcionamiento del cerebro. En consecuencia, la manipulación de la actividad del cerebro humano es hoy una posibilidad real. A pesar de las afirmaciones de neutralidad, el uso de la tecnología depende de decisiones humanas y este hecho puede tener consecuencias tanto positivas como negativas. (p. 1)

Esta inquietud también se traslada al campo del deporte en los siguientes términos: ¿qué usos de los mejoradores cognitivos transcraneales se deberían priorizar para los deportistas: terapia, mejora o bienestar? ¿estos aparatos podrían ser considerados un nuevo recurso en el entrenamiento o, más bien, otra manera de

infringir las normas? ¿el profesor de deporte debería aconsejar o desaconsejar su empleo para sus dirigidos? Los anteriores interrogantes conducen a la pregunta de investigación que orienta este artículo: ¿cuál es la elección de un grupo de docentes en formación de deporte sobre el empleo de mejoradores cognitivos transcraneales en atletas de alto rendimiento desde la perspectiva de la bioética del deporte?

Mejora cognitiva artificial: antecedentes

Para conocer cómo los estímulos eléctricos o magnéticos pueden generar cambios en el cerebro de los seres humanos, es necesario remontarnos a la historia natural de los vertebrados y, en especial de los peces, cuya especie es un ejemplo de verdaderos «experimentos naturales» en el desarrollo del sistema nervioso. Según Ariel Caputi (1999) si intentamos comprender la evolución, no podemos omitir su estudio:

Su diversidad nos provee de ejemplos, de “experimentos de la naturaleza”, de sistemas neurales relativamente simples en los cuales se pueden estudiar diversas soluciones estructurales, funcionales e informáticas que la evolución ha encontrado para los problemas generales de control neural. (p. 110)

Los peces son el único grupo de vertebrados equipado con órganos adaptados para producir descargas eléctricas. Sabemos que cuando un músculo se contrae genera electricidad, aunque sea en menor proporción. Esta especie aprovecha esta situación ya que conjuga los minerales disueltos en el agua para completar una reacción química de conducción que les permite desarrollar un tipo especial de interrelación con el medio acuático en el que viven (Macadar y Silva, 2007).

Aspectos históricos de la estimulación eléctrica en seres humanos

Los egipcios fueron primeros en usar los peces eléctricos para tratar las convulsiones y la epilepsia, aunque no tenemos datos fidedignos que nos permitan saber cómo lo hacían. Más adelante, los griegos le atribuyeron propiedades curativas a las rayas eléctricas, según los escritos de Hipócrates y de Platón. Igualmente, se les reconocieron propiedades terapéuticas a los torpedos y a los bagres eléctricos. Los romanos los emplearon para tratar la gota, ahora denominada artritis. En la edad media, los peces eléctricos se utilizaron en las fiestas de las altas cortes, donde ciertos invitados se sometían a recibir sus descargas solo por diversión. Más recientemente, se dice que Alessandro Volta se inspiró en el comportamiento de los peces eléctricos para inventar la pila eléctrica que conocemos ahora (García, 2000).

El uso de la electricidad para el tratamiento de enfermedades mentales también tiene su propia historia. Muchos investigadores, incluidos filósofos naturalistas, boticarios, médicos y hasta constructores de instrumentos buscaron la manera de curar este tipo de pacientes. De acuerdo con Pérez et al. (2013), Richard Lovett (1692-1780) perfeccionó su uso y publicó uno de los primeros libros sobre los beneficios de la electricidad para aliviar la enfermedad mental: *The Subtil Medium Prov'd* (1756). En dicho texto, se detallaba una nueva modalidad terapéutica, *la electroterapia*, que describía de manera pormenorizada la aplicación de descargas eléctricas para aliviar los trastornos mentales. Esto enriqueció el campo de los llamados *médicos electricistas*, quienes, empleando normas precisas de cuidado, popularizaron la electroterapia con finalidades curativas. Se calcula que a finales del siglo XIX había 10000 médicos certificados en los Estados Unidos para ejercer la electroterapia, aunque con el avance de la farmacología su empleo disminuiría de manera significativa, pero resurgiría más adelante cuando se compren-

dieron los componentes de la plasticidad cerebral. En el siglo *xxi*, un mayor conocimiento de los mecanismos de la plasticidad neuronal, apoyados en los estudios de neuroimagen, favorecieron la identificación de las funciones cognitivas y su posible alteración, manipulando directamente la actividad cerebral (Clark y Parasuraman, 2014).

Uso de mejoradores cognitivos en el deporte

Hoy sabemos que el cerebro contribuye a la aptitud física, la cual es la base para mantener la forma física, la salud y el desempeño en el deporte, y se ha superado la idea de que dicha capacidad solamente estaba relacionada con el fortalecimiento de la musculatura esquelética y los sistemas cardiovascular y pulmonar. Por este motivo, la estimulación transcraneal de corriente continua (tDCS) es una ayuda ergogénica, que gana interés para las ciencias del deporte y la actividad física, con numerosos estudios (Biabani et al., 2018; Darmani et al., 2022; Edwards et al., 2017; Feredoes, 2022; Halakoo et al., 2020; Handelman et al., 2022; Lee y Kang, 2022).

Maudrich et al. (2022) hicieron una revisión sistemática y un metaanálisis de 19 estudios que han empleado la tDCS en atletas. Su objetivo fue analizar los efectos agudos de una sola sesión de tDCS anódica sobre los cambios en el rendimiento motor específico del deporte en comparación con una estrategia de simulación. Su conclusión fue que una única sesión de tDCS anódica puede mejorar el rendimiento de los atletas en tareas motoras específicas, aunque se muestran cautos a la hora de intentar generalizar sus resultados, sobre todo, en cuanto a los modos de acción en función del dominio de rendimiento o el sitio de estimulación. No obstante, a futuro, reconocen que serán una alternativa para mejorar el desempeño físico.

En la misma línea, Marinus et al. (2022) se propusieron examinar el efecto de tDCS en los tres componentes centrales de

la aptitud física: fuerza muscular, resistencia y resistencia cardiopulmonar. En su estudio incluyeron ensayos controlados aleatorios o cruzados que evaluaron el efecto de una única sesión de tDCS (frente a una simulada) en individuos sanos. Encontraron que la resistencia muscular mejoró luego de la tDCS anódica (AtDCS). También la corteza motora primaria y la corteza prefrontal dorsolateral fueron las más seleccionadas en las investigaciones, y se informaron resultados positivos en resistencia muscular y cardiopulmonar. Finalmente, la tDCS aplicada en línea reporta ser la más efectiva. Los investigadores recomiendan que, en estudios posteriores, se debe indagar en el potencial de AtDCS para mejorar la aptitud física y la resistencia muscular tanto en sujetos sanos como en pacientes que sufren enfermedades crónicas.

Ahora bien, sabemos que el cerebro también desempeña un papel crucial en los procesos de percepción y su regulación. Sin embargo, los métodos de neuroimagen solo han demostrado las respuestas de las áreas cerebrales superficiales durante el ejercicio. Por esta razón, Bodnariuc Fontes et al. (2020) se plantearon indagar sobre la modulación de las áreas cerebrales más profundas a diferentes intensidades. Para tal fin, emplearon un ergómetro de ciclismo funcional MRI (fMRI) y lograron determinar la secuencia en la que las regiones cerebrales corticales y subcorticales se modulan en niveles bajos y altos de esfuerzo percibido (RPE) durante un protocolo de ejercicio incremental. Asimismo, hallaron que además de la activación de las regiones usuales de control motor: corteza motora, somatosensorial, premotora y motora suplementaria y cerebelo, también se produce una activación de las regiones asociadas con la regulación autonómica (corteza insular, IC), mostraron una activación reducida (señal BOLD negativa) de áreas relacionadas con la cognición (corteza prefrontal), un efecto que aumentó durante el ejercicio a una intensidad que fue percibida como más alta. Así, mientras que la corteza motora permaneció activa durante todo el pro-

toloco de ejercicio, el cerebelo se activó solo a baja intensidad. Estos hallazgos describen la secuencia en la que diferentes áreas del cerebro se activan o desactivan durante el ejercicio de esfuerzo creciente, incluidas las áreas subcorticales, medidas con análisis de resonancia magnética funcional.

Bioética del deporte

La bioética del deporte (BES) es una subdisciplina de la filosofía del deporte que estudia todos los aspectos bioéticos que se dan por la relación entre el deporte y la biotecnología, en un contexto signado por el deseo imperativo de ganar tanto en los entrenamientos como en las competencias. Tiene sus antecedentes en la ética del deporte, pero la trasciende en la medida en que no responde a ideales preestablecidos ni tiene un carácter deontológico sustentado en principios y conceptos *a priori* (McNamee y Morgan, 2015). Su desarrollo obedece en parte a la falta de consenso en la comunidad deportiva sobre la mejor manera de proceder en asuntos éticos inéditos donde aún no se ha legislado, como es el caso de la alteración fisiológica o molecular de los deportistas realizada con el objetivo de aumentar el rendimiento para tratar de alcanzar el éxito. Por otro lado, la relación entre la bioética y el deporte siempre existió solo que en términos teóricos no se había explicitado. Tal y como lo define Škerbić (2019)

Afirmo que el deporte es una cuestión bioética *per se*. El deporte siempre se trata principalmente de seres humanos y sus cuerpos, su salud, sus vidas o *bios*, a veces llevado al extremo o al borde de la existencia física. Al mismo tiempo, el deporte es más que solo el *bios* humano: se trata del *bios* percibido en el rango más amplio posible. (p. 381)

La pregunta bioética en el deporte se orienta hacia la transgresión de los límites humanos alcanzados por el proceso de

entrenamiento, que por mucho tiempo fue apoyado solamente por las ciencias del deporte, donde el atleta intenta forzar su cuerpo colocando en riesgo su salud e integridad en procura de alcanzar resultados deportivos (Škerbić, 2019). Y aunque la entrada de la bioética se dio por algunos casos excepcionales de deportistas que no encajaron por sus condiciones particulares en los estándares tradicionales, tales como Oscar Pistorius, Caster Semenya y Markus Rehm, quienes denotaron vacíos normativos en la ética deportiva, ahora este fenómeno tiende a generalizarse con la incursión de los mejoradores cognitivos transcraneales, los cuales podrían ser utilizados indistintamente por cualquier atleta. Este asunto nos invita a interrogarnos las nociones tradicionales de juego limpio, integridad deportiva, competencia en igualdad de condiciones y espíritu deportivo. De igual forma, obliga a los entes que orientan el deporte a nivel mundial a replantear sus normas y estatutos, que se han quedado atrasados frente a estas nuevas posibilidades de acrecentar el desempeño en el deporte de alto rendimiento (Caro Romero, 2019).

METODOLOGÍA

Se empleó una metodología cualitativa. En la primera parte se realizó una revisión documental y en la segunda, se desarrolló un trabajo empírico con docentes en formación de la Licenciatura en Deporte de la Universidad Pedagógica Nacional. Para tal fin se aplicó una encuesta para indagar en qué casos específicos recomendarían el uso de mejoradores cognitivos transcraneales. Se eligió hacer un trabajo teórico-práctico para enriquecer la perspectiva de la bioética del deporte (Caro y Hoyos, 2023), un campo emergente que requiere ampliación, puesto que solo se ha ocupado de los aspectos filosóficos del deporte en relación con la bioética, pero cuyos postulados teóricos deberían funda-

mentarse en la bioética empírica. Esta subdisciplina de la bioética se entiende como la integración de las pesquisas prácticas con la investigación normativa-ética para abordar un problema ético (Mertz et al., 2014), dado que relaciona las posibilidades pragmáticas de la teoría ética, lo mismo que hacen las disciplinas de las ciencias sociales o exactas, con el objetivo explícito de ganar credibilidad y reconocimiento en el campo científico (Huxtable e Ives, 2019; Ives et al., 2018).

En primer lugar, se hizo un rastreo en las bases de datos de SPORTDiscus, EBSCO host, SciELO, PubMed, y Google Scholar. Luego se organizó la documentación en dos apartados: (1) investigaciones sobre la mejora cognitiva artificial, que tiene antecedentes en medicina y psiquiatría y ahora está ligada al uso de nuevas tecnologías en el área de la biomedicina, y (2) artículos sobre bioética empírica y bioética del deporte.

Se revisaron 400 estudios potencialmente relevantes, empleando cuatro criterios de elegibilidad; (1) campo de estudio: se debían llevar a cabo en las áreas de la investigación biomédica y bioética, (2) diseño del estudio: solo se incluyeron estudios empíricos, (3) estado de publicación: se tuvieron en cuenta estudios divulgados en revistas examinadas por pares, y (4) idioma: se escogieron artículos escritos en inglés, portugués y español.

Luego de esta primera selección, se descartaron 270 trabajos, algunos porque estaban duplicados y otros, porque no estaban directamente relacionados con la temática. Finalmente, se eligieron 130 artículos que cumplieron con los criterios de exclusión pertinentes a los contenidos de esta indagación.

Los términos empleados en la búsqueda fueron: «mejora cognitiva natural», «mejora cognitiva artificial», «psicología deportiva», «deporte de rendimiento», «mejoradores cognitivos transcraneales», «bioética empírica», y «bioética del deporte». Luego de una nueva selección, clasificamos el material en dos bloques: (1) mejora cognitiva artificial y mejoradores cognitivos transcraneales, y (2) bioética empírica y bioética del deporte. En este

proceso, se excluyeron varios artículos, porque no especificaban la metodología o no se acoplaban a la pesquisa. Como resultado final, se seleccionaron 41 artículos.

Mas adelante, se elaboraron las matrices así: título, autor, revista o libro, país, año de publicación, resumen, resultados y conclusiones. Y las organizamos en dos categorías para el análisis: (1) mejoradores cognitivos transcraneales y (2) bioética del deporte. Estas matrices se validaron siguiendo las recomendaciones teóricas de los expertos en el tema.

Luego, se aplicó un cuestionario ideado por el Consejo Nuffield de Bioética (Nuffield Council on Bioethics, 2016) y modificado por Caro Romero (2020a) previo consentimiento de dicha entidad. Además, se utilizó un vídeo de Cécile Ziegler sobre los desarrollos actuales de los mejoradores cognitivos transcraneales (Tedx Talks, 2020) para que los participantes tuvieran una información científica más amplia y logaran así una perspectiva glocal antes de recomendar el uso de la tecnología a los atletas de alto rendimiento bien como terapia, como mejora cognitiva artificial o solo para el bienestar individual.

Trabajo de campo

Materiales y métodos

A continuación, se describe de manera precisa cómo se desarrolló el trabajo empírico. Iniciando con la descripción de los participantes, los criterios de selección, el instrumento utilizado y el procedimiento llevado a cabo. Luego se despliegan los resultados más significativos, su discusión y las conclusiones.

Muestra

Los participantes se seleccionaron entre los docentes en formación de la Licenciatura en Deporte de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Como criterios de inclusión se definió que

tuvieran entre 18 y 26 años, que estuvieran cursando el quinto semestre y que fueran o hubieran sido deportistas de alto rendimiento. Como criterios de exclusión se determinó que no participarían quienes hubieran tenido acceso a esta biotecnología, quienes no hubieran visto el vídeo explicativo y quienes no hubieran diligenciado completamente el cuestionario exploratorio en línea. De los 200 sujetos que se inscribieron, 29 no cumplieron con los requerimientos. Se trabajó con 171 participantes que firmaron el consentimiento informado y aceptaron que sus datos se utilizaran para realizar esta pesquisa, con la garantía de que sus identidades permanecerían anónimas.

Se escogió una población de jóvenes universitarios de entre 18 y 26 años, en la mitad de carrera porque, para cuando se gradúen, probablemente verán que los mejoradores cognitivos serán de uso común y, por tanto, deberían prepararse desde ya para abordar y resolver los dilemas bioéticos individuales y colectivos asociados a la conveniencia o no del uso de estos dispositivos. Además, como se trata de una nueva biotecnología de mejora cognitiva artificial en el deporte de alto rendimiento, se buscó explorar sus actitudes y la valoración que le otorgan, y analizar el tipo de razonamiento, los argumentos y el criterio moral que sustenta sus apreciaciones.

En primer lugar, se quería conocer qué tipo de distinciones hacen entre la terapia (aliviar una enfermedad o dolencia), la mejora cognitiva artificial (que permitiría superar los límites fisiológicos normales generados por los procesos de entrenamiento psicológico y físico) y el bienestar (optimizar la calidad de vida mediante una estimulación directa al cerebro con los efectos relajantes que ofrecen estos dispositivos). También se buscaba aclarar sus percepciones sobre los riesgos y los beneficios de esta tecnología, esperando que, una vez que conocieran la perspectiva de la bioética del deporte y se informaran adecuadamente sobre sus alcances científicos, se harían conscientes de su importancia y estarían en una mejor disposición para tomar

una decisión informada sobre recomendar o no su empleo en un futuro cercano.

Criterios de participación

Para participar en la investigación era necesario que los seleccionados vieran el vídeo acerca del empleo de los mejoradores cognitivos transcraneales y que leyeran los apartados de los fundamentos teóricos de la bioética del deporte y una síntesis de los resultados científicos sobre su aplicación, descritos en el protocolo del cuestionario. Los participantes siempre estuvieron acompañados por el investigador, quien abrió un espacio para aclarar preguntas sobre el diligenciamiento del cuestionario. Asimismo, se consideraron sus apreciaciones sobre la temática.

Instrumento

Se aplicó un cuestionario ideado por el Nuffield Council on Bioethics (2016) que fue modificado por Caro Romero (2020a) previo consentimiento de dicha entidad. Más adelante, dicho instrumento se volvió a transformar y hace parte de la Tesis Doctoral de Caro Romero (2020b). En este artículo, se adaptó una tercera versión, previa consulta y aprobación de su autor. Además, se utilizó un vídeo ilustrativo sobre los desarrollos actuales de los mejoradores cognitivos transcraneales elaborado por Cécile Ziegler (Tedx Talks, 2020) con el fin de ampliar la información científica y que mediante este recurso audiovisual los participantes tuvieran una mejor perspectiva antes de decidir sobre si pudiesen recomendar su posible uso en el deporte de alto rendimiento.

Desarrollo

Para familiarizar a los participantes con el protocolo del cuestionario, primero los invitamos a que observaran el vídeo ilustrati-

vo, a que leyeran apartes teóricos de la bioética del deporte y algunos avances científicos logrados mediante los mejoradores cognitivos transcraneales y a que hicieran una valoración moral personal y profesional acerca de su conveniencia. Los participantes debían sopesar los cuatro pilares de la bioética principialista, adaptados al contexto del deporte, con relación a las tres alternativas propuestas: terapia, mejora o bienestar (Caro Romero, 2015): (1) no maleficencia (no hacer el mal al deportista intencionalmente o por lo menos no aumentarlo), (2) beneficencia (hacer el bien al deportista, pero respetando lo que él considere como su propio bien), (3) justicia (asignar los recursos disponibles a los deportistas de acuerdo con sus méritos) y (4) autonomía (respetar las decisiones del deportista, partiendo desde el consentimiento informado).

RESULTADOS

Consideraciones éticas

Conscientes de las implicaciones éticas, cabe aclarar que, según el artículo 11 de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, esta se considera una investigación sin riesgo, ya que:

... son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y [son] aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta. (p. 3)

A continuación, se transcribieron los encabezados de los dos escenarios hipotéticos descritos en el cuestionario. Para el

análisis, elegimos cinco preguntas clave que sintetizan las apreciaciones y decisiones de los participantes y comparamos sus respuestas desde la triada: terapia, mejora o bienestar y, por otro lado, sintetizamos las ventajas y desventajas que ellos mismos destacaron.

Escenario 1. La historia de James Johnson

En marzo de 2017, Johnson se rompió el cuello en un accidente de karting, que lo dejó casi paralizado de los hombros hacia abajo. Él entendió su nueva realidad mejor que la mayoría, pues, tiempo atrás, había sido cuidador de personas con parálisis. «Tenía una profunda depresión», dice. «Pensé que cuando me pasó esto no había nada, nada que pudiera hacer o dar». Pero luego, el equipo de rehabilitación de Johnson le presentó a unos investigadores del Instituto de Tecnología de California (Caltech) en Pasadena, quienes lo invitaron a unirse a un ensayo clínico de una interfaz cerebro-computadora (BCI). Esto implicaba hacerle neurocirugía para implantarle dos rejillas de electrodos en su corteza cerebral...

Pregunta 2

¿Debe Johnson usar esta técnica para tener la posibilidad de moverse a través de este dispositivo de interfaz cerebro-computadora (BCI), teniendo en cuenta que esto implica realizar una neurocirugía para implantarle dos rejillas de electrodos en su corteza cerebral?

Por favor, conteste de acuerdo con los presupuestos de la bioética del deporte, los avances científicos enunciados y lo que usted valore desde su criterio como lo más acertado, escribiendo algunas razones que justifiquen su respuesta.

El 89 % respondió afirmativamente, mientras que el 11 % restante no acepta el uso de esta técnica, aduciendo que es un experimento que podría traer consecuencias negativas. Afirman que «él no es quien se mueve» solo envía información para que el dispositivo lo haga. También prevén efectos negativos para su

cerebro a largo plazo. Se concluye que su uso con fines terapéuticos es considerado como una opción viable y necesaria ante la imposibilidad de acceder a otra forma de recuperar parte de su capacidad de movimiento.

Análisis

Las respuestas fueron de aceptación de los mejoradores cognitivos transcraneales como terapia, con la salvedad de que fuera Johnson quien tomará la decisión y asumiera las consecuencias que se pudieran generar. Se concluye que su empleo con fines terapéuticos resulta viable y necesario. En este caso, opera el principio bioético de la autonomía.

Escenario 2. La historia de Elías y Franci

El deporte es muy importante para Elías y Franci, quienes son deportistas de alto rendimiento y quisieran seguir manteniendo su nivel por largo tiempo. Actualmente, surge una nueva posibilidad de mejora cognitiva artificial por medio de los llamados mejoradores cognitivos transcraneales, que ya se están empleando en el deporte de alto rendimiento con cierto nivel de éxito y, aunque no haya sido demostrado del todo, se sabe que es un hecho cada vez más cercano a la realidad científica.

Pregunta 6

Elías y Franci, como deportistas de alto rendimiento, lograron acceder al uso de los mejoradores cognitivos transcraneales, lo cual les da una nueva posibilidad de mejorar su desempeño: ¿debería permitírseles?, ¿qué razones o argumentos tuvo usted en cuenta para la elaboración de su respuesta?

El 69 % respondió no estar de acuerdo, dadas las ventajas indebidas de quienes pueden acceder a estos dispositivos, frente a los deportistas que no tienen esta posibilidad. La injusticia fue otro motivo significativo, porque se viola el principio ético de la

igualdad de condiciones para competir. Un tercer grupo se apoya en los principios éticos del olimpismo, como la honestidad, el juego limpio, la excelencia moral, el asumir las reglas y aceptar las propias limitaciones.

En contraste, el 31 % sí aceptó el empleo del dispositivo, porque los deportistas de alto rendimiento deberían mantenerse actualizados, ya que en un ambiente ultracompetitivo cualquier ayuda podría representar una posibilidad mayor de alcanzar el triunfo. También se adujo que estos aparatos serían una especie de «recompensa» luego de someterse a largos periodos de entrenamiento, donde el esfuerzo y dolor son constantes y esta sería otra alternativa para aliviar y sobrellevar esta situación.

Análisis

Las respuestas sobre su empleo como mejora cognitiva artificial fueron negativas en la mayoría de los participantes. Los argumentos principales son las ventajas indebidas y la violación del principio ético de la justicia en el deporte. No obstante, quienes los aceptan, consideran que los deportistas son profesionales que deben mantener su rendimiento empleando todos los adelantos biotecnológicos que estén disponibles, mientras que quienes no lo hagan quedarán en desventaja, poniendo en su carrera deportiva, que por lo general es corta y colmada de imprevistos.

Pregunta 18

El uso de mejoradores cognitivos transcraneales en el deporte de alto rendimiento, utilizados como una parte del bienestar, ¿debería ser aprobado para todos los atletas?

El 35 % respondió estar en total desacuerdo, por las ventajas indebidas de unos deportistas frente a otros. El 27 % dijo estar en desacuerdo, el 18 % medianamente de acuerdo, el 14 % dijo estar de acuerdo y el 6 % muy de acuerdo. Se hizo evidente la falta de consenso en las respuestas a esta pregunta. Se destaca

que varios afirmaron que, si se emplean de forma «recreativa fuera de las competencias», no tendrían problema en recomendarlos. De todas formas, se denota en los participantes una reserva moral sobre su uso, por considerar que, a largo plazo, podría generar adicción y daños imprevisibles a nivel cerebral, violando el principio bioético de no maleficencia en el deporte.

Análisis

Las respuestas muestran una falta de acuerdo entre los participantes. En parte se debe al desconocimiento de los efectos benéficos que estos dispositivos pudieran generar. Las apreciaciones que hicieron son supuestos y opiniones, ya que ninguno ha tenido acceso a esta nueva biotecnología. En este caso, se hizo referencia al principio bioético de la beneficencia, en el sentido de que se busca otorgar el mayor bien posible.

Pregunta 20

Por favor escriba tres ventajas que podría tener el empleo de los mejoradores cognitivos transcraneales para mejorar el desempeño atlético en el deporte de alto rendimiento.

Analizamos las respuestas por la frecuencia de palabras clave. La primera fue «mejora», la cual apareció en 95 de las 171 respuestas. Algunos ejemplos son:

- «*Mejora* el desempeño del atleta ayudándolo a conseguir logros, metas y sueños».
- «*Mejora* su estado de alerta, concentración y la memoria».
- «*Mejora* la toma de decisiones y ayuda a la recuperación de habilidades perdidas».
- «*Mejora* la concentración para el aprendizaje de la técnica».
- «*Mejora* en términos de eficiencia en los procesos psicológicos de memoria y atención».

La segunda palabra fue «rendimiento», la cual apareció en 45 de las 171 respuestas. Algunos ejemplos son:

- «Facilitará el *rendimiento* atlético».
- «Ayuda a la concentración y el *rendimiento* deportivo».
- «Mayor *rendimiento* en el entrenamiento».
- «Mayor *rendimiento*, mayor posibilidad de ganar».
- «Ayuda en el espectáculo deportivo al haber un mejor *rendimiento*».

Análisis

Las respuestas coinciden en que la aplicación de los mejoradores cognitivos transcraneales traerá una mejora en el desempeño atlético y un mayor rendimiento en cuanto a la obtención de éxitos deportivos, reflejados en trofeos, medallas y contratos con ventajas económicas.

Pregunta 21

Por favor escriba tres desventajas que podría tener el empleo de los mejoradores cognitivos transcraneales para el desempeño atlético en el deporte de alto rendimiento.

Se analizaron las respuestas por la frecuencia de palabras clave. La primera fue «desigualdad», la cual apareció en 45 de las 171 respuestas. Algunos ejemplos son:

- «Su utilización podría llevar a una *desigualdad*».
- «Generaría una *desigualdad* extrema en la competencia».
- «Sería juego con *desigualdad*».
- «Habría *desigualdad* frente a deportistas que no cuentan con el factor económico para conseguirlos».
- «Se aumentaría mucho la *desigualdad* en las competencias».

La segunda palabra fue «ensayo», la cual apareció en 36 de las 171 respuestas. Algunos ejemplos son:

- «Es precisamente un ensayo o más bien un experimento y a lo mejor en algún futuro afectara de una forma irremediable su vida».
- «La vida, ante todo, no es hacer un ensayo de biotecnología sin tener certeza sobre los resultados».
- «Claramente al ser un ensayo pueden ocurrir muchas cosas que luego se salgan de control».
- «Al ser un ensayo clínico, donde en un futuro o cierto momento, puede afectar su cerebro y puede quedar peor».
- «Es un ensayo o sea un método experimental y quien se someta podría sufrir efectos secundarios negativos».

Análisis

Las respuestas se orientan hacia el reconocimiento de las desigualdades de quienes puedan tener acceso a los mejoradores cognitivos transcraneales, y donde los demás deportistas quedarían rezagados, sobrepasando el principio bioético de la justicia. De otro lado, se refleja un temor explícito en el caso de que los resultados de la mejora cognitiva artificial a nivel deportivo no se logren y, en cambio, este ensayo quede fuera de control.

DISCUSIÓN

El empleo de los mejoradores cognitivos transcraneales implica riesgos latentes, en especial cuando se comercializan al público en general y a los deportistas por fuera del ámbito médico. Por eso, es necesario hacer estudios *ad hoc* que ofrezcan pautas generales y consensuadas por los especialistas, para prevenir su mala utilización o efectos secundarios. A este respecto, hay varios trabajos como los de Wassermann (1998), quien realizó los

primeros estudios, Rossi et al. (2009), Lefaucheur et al. (2014, 2020), que elaboraron y actualizaron unas guías, basadas en la evidencia, sobre el uso terapéutico de la estimulación magnética transcraneal repetitiva (tDCS) en un intento internacional de unificar algunos criterios básicos para que los expertos y los legos puedan aplicar dicha tecnología de manera más eficiente y segura.

Asimismo, Rossi et al. (2021) describen en un extenso artículo las nuevas pautas para la seguridad de los dispositivos de la rTMS. Esta investigación es producto de la conferencia de consenso, liderada por la Federación Internacional de Neurofisiología Clínica (IFCN) realizada en Siena, Italia, en octubre de 2018. Dicha reunión se planteó actualizar las pautas de seguridad de diez años para la aplicación de la estimulación magnética transcraneal (TMS) en entornos clínicos y de investigación. Entre sus hallazgos se corrobora que la rTMS puede generar una mejora clínica significativa en varios trastornos neurológicos y psiquiátricos. También se presenta una mayor evidencia investigativa de su eficacia en las áreas de depresión, dolor y accidente cerebrovascular posagudo. Se amplía la necesidad de describir los protocolos y su monitorización neurofisiológica. En el mismo sentido, una temática muy trabajada es la seguridad de los dispositivos de estimulación, los deberes y responsabilidades de sus fabricantes y de los usuarios, en especial, en los casos de aquellos diseñados para ser autoadministrados. Otro aspecto relevante estuvo enfocado a las nuevas aplicaciones de TMS, tales como las de la neuroimagen o de la TMS guiada por robots. También Krieg y Gerloff, (2021) y Siebner et al. (2022) han enfatizado en la necesidad de reforzar los procesos de bioseguridad y de abogar por su estandarización en la medida que cualquier exceso o uso indebido podría acarrear graves consecuencias para la salud de los usuarios.

Los argumentos más significativos sobre el uso de los mejoradores cognitivos transcraneales en deportistas de alto ren-

dimiento se relacionan con su aparente inocuidad y el hecho de ser una tecnología no invasiva. Las dudas provienen de los efectos imprevisibles que en este momento no es posible detener. A nivel de los encuestados, sus reservas son de tres tipos: (1) técnicas, por la complejidad en su aplicación, (2) bioéticas, dada la evidente injusticia de quienes tendrán acceso frente a los demás que se quedarían rezagados, y (3) de bioseguridad, ante la imposibilidad de hacer una adecuada valoración de los beneficios y riesgos a largo plazo.

Sobre la observación del video, dicha estrategia metodológica facilitó a los participantes adecuarse a la temática. Resultados similares se plantean en la actualidad mediante el denominado *microlearning* didáctico, que integra un entorno virtual híbrido, el cual puede ser enseñado a profesores para que luego lo apliquen con sus alumnos, fomentando el aprendizaje activo. En esencia, está centrado en la observación de tutoriales sobre un conocimiento determinado que los observadores no conocen y a través de una inmersión rápida, les permite enterarse de lo esencial, porque debe ser aplicado inmediatamente, como es el caso de la toma de decisiones frente a la hipotética recomendación de los mejoradores cognitivos transcraneales para atletas de alto rendimiento (Sanz Manzanedo, 2022).

CONCLUSIONES

Con este artículo se buscaba proporcionar una visión general de la evidencia científica acerca del empleo de los mejoradores cognitivos transcraneales, aplicados en el deporte de alto rendimiento. A nivel empírico, buscamos estimar las apreciaciones de un grupo de docentes en formación sobre la perspectiva de uso de este dispositivo. Dicha valoración se analizó desde los referentes del campo de la bioética del deporte. Optamos por un acercamiento práctico, siguiendo las recomendaciones de la

bioética empírica que utiliza datos cuantitativos y cualitativos en sus pesquisas para dar un mayor soporte a sus resultados, antes centrados solo en adelantos conceptuales. Además, mediante la revisión documental mostramos algunos logros investigativos que los sustentan. Sin embargo, reconocemos que a nivel deportivo los estudios aún son limitados, fragmentados y no ofrecen mayor garantía sobre su efectividad.

En general, resultó de vital importancia indagar las motivaciones de los docentes en formación acerca de esta alternativa biotecnológica, en la medida en que su autoridad para la toma de decisiones sobre los atletas en general y de alto rendimiento tiende a ser significativa. También nos permitió conocer sus percepciones y el criterio moral sobre su empleo, que ya es una tendencia en el siglo *xxi*. Por otro lado, se denota la urgencia de que se adelanten variados estudios de campo para fortalecer la mirada científica de la bioética del deporte que con el tiempo pueda ofrecer sólidas recomendaciones a los formuladores de política en deporte basada en la evidencia empírica. Igualmente, destacamos que muchas veces quienes orientan los procesos deportivos solo se ocupan de tratar de resolver los asuntos inmediatos y puntuales, por ejemplo, de este tipo de biotecnologías, ofrecidas como la panacea para incrementar el rendimiento, dejando de lado las posibles implicaciones desfavorables para la salud pública. Tampoco se desconoce que las campañas publicitarias dirigidas a los deportistas son por lo general efectivas y podrían convencerlos acerca de su apremiante necesidad.

Concluimos que los riesgos actuales asociados con el incipiente desarrollo de esta biotecnología de mejora cognitiva artificial en el deporte de alto rendimiento invitan a realizar una moratoria sobre su empleo indiscriminado hasta que se logren consensuar pautas regulatorias por los entes de control del deporte y sus creadores logren demostrar mayores evidencias de su utilidad, para que no acabe siendo una especie de medicina sin control.

REFERENCIAS

1. Ariel Caputi, A. (1999). Aprendiendo neurobiología con los peces eléctricos. *Actas de Fisiología*, 5, 109-157. <https://web.njit.edu/~efortune/n2014/data/CaputiAprendiendo1999.pdf>
2. Biabani, M., Farrell, M., Zoghi, M., Egan, G., y Jaberzadeh, S. (2018). The Minimal Number of TMS Trials Required for the Reliable Assessment of Corticospinal Excitability, Short Interval Intracortical Inhibition, and Intracortical Facilitation. *Neuroscience Letters*, 674, 94-100 <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.03.026>
3. Bodnariuc Fontes, E., Bortolotti, H., Grandjean da Costa, K., Machado de Campos, B., Castanho, G. K., Hohl, R., Noakes, T., y Min, L. L. (2020). Modulation of Cortical and Subcortical Brain Areas at Low and High Exercise Intensities. *British Journal Sport of Medicine*, 54(2), 110-115. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2018-100295>
4. Caro Romero, H. D. (2015). Alternativa metodológica para asumir los retos del mejoramiento deportivo «Comités de Bioética Deportiva». *Revista Colombiana de Bioética*, 10(2), 24-39. <https://doi.org/10.18270/rcb.v10i2.1755>
5. Caro Romero, H. D. (2019). Mejoramiento deportivo postconvencional en el alto rendimiento: bioética y participación de los beneficios económicos. *Revista Colombiana de Bioética*, 14(1), 10-25. <https://doi.org/10.18270/rcb.v14i1.2539>
6. Caro Romero, H. D. (2020a). *Dilemas bioéticos a partir del mejoramiento deportivo postconvencional para la educación deportiva* [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11467>
7. Caro Romero, H. D. (2020b). *Edición genómica heredable en el futuro contexto de la salud procreativa perspectiva desde el principio bioético de la beneficencia* [Tesis doctoral, Universidad el Bosque]. <https://hdl.handle.net/20.500.12495/8942>
8. Caro, H., y Hoyos, L. A. (2023). Uso de mejoradores cognitivos transcraneales en el deporte, consideraciones bioéti-

cas para profesores y entrenadores. *Cuerpo, Cultura y Movimiento*, 13(2), 24-39. <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/rccm/article/view/9510>

9. Clark, V. P., y Parasuraman, R. (2014). Neuroenhancement: Enhancing Brain and Mind in Health and in Disease. *NeuroImage*, 85(Part 3), 889-894. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.08.071>
10. Darmani, G., Bergmann, T. O., Butts Pauly, K., Caskey, C. F., de Lecea, L., Fomenko, A., Fouragnan, E., Legon, W., Murphy, K. R., Nandi, T., Phipps, M. A., Pinton, G., Ramezani, H., Sallet, J., Yaakub, S. N., Yoo, S. S., y Chen, R. (2022). Non-Invasive Transcranial Ultrasound Stimulation for Neuro-modulation. *Clinical Neurophysiology*, 35, 51-73. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2021.12.010>
11. Edwards, D. J., Cortes, M., Wortman-Jutt, S., Putrino, D., Bikson, M., Thickbroom, G., y Pascual-Leone, A. (2017). Transcranial Direct Current Stimulation and Sports Performance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(243), 1-4. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00243>
12. Farinella, F., y Gulyaeva, E. E. (2023). Cognitive Freedom: A New Human Right Born Out of Artificial Intelligence. *Direitos Fundamentais e Democracia*, 28(1), 246-265. <https://doi.org/10.25192/issn.1982-0496.rdfd.v28i12412>
13. Feredoes, E. (2022). Developments in Transcranial Magnetic Stimulation to Study Human Cognition. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 35(1), 6-10. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01923
14. García, M. L. (2000). Los peces eléctricos: extraños poseedores de "baterías orgánicas". *Museo*, 3(14), 41-48. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/49423>
15. Halakoo, S., Ehsani, F., Hosnian, M., Zoghi, M., y Jaberzadeh, S. (2020). The Comparative Effects of Unilateral and Bilateral Transcranial Direct Current Stimulation on Motor Learning and Motor Performance: A Systematic Review of Literature and Meta-Analysis, *Journal of Clinical Neuroscience*, 72, 8-14. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2019.12.022>

16. Handelman, D. A., Osborn, L. E., Thomas, T. M., Badger, A. R., Thompson, M., Nickl, R. W., Anaya, M. A., Wormley, J. M., Cantarero, G. L., McMullen, D., Crone, N. E., Wester, B., Celnik, P. A., Fifer, M. S., y Tenore, F. V. (2022). Shared Control of Bimanual Robotic Limbs with a Brain-Machine Interface for Self-Feeding. *Frontiers in Neurorobotics*, 16(918001), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2022.918001>
17. Huxtable, R., e Ives, J. (2019). Mapping, Framed, Shaped: A Framework for Empirical Bioethical Research Projects. *BMC Medical Ethics*, 20(86), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12910-019-0428-0>
18. Ives, J., Dunn, M., Molewijk, B., Schildmann, J., Bærøe, K., Frith, L., Huxtable, R., Landeweer, E., Mertz, M., Provoost, V., Rid, A., Salloch, S., Sheehan, M., Strech, D., de Vries, M., y Widdershoven, G. (2018). Standards of Practice in Empirical Bioethics Research: Towards a Consensus. *BMC Medical Ethics*, 19(68), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s12910-018-0304-3>
19. Krieg, S. M., y Gerloff, C. (2021). Updated Safety Standards for TMS: A Must-Read in Brain Stimulation. *Clinical Neurophysiology*, 132(1), 214-215. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.11.015>
20. Lee, J. H., y Kang, N. (2022). Transcranial Direct Current Stimulation Influences Repetitive Bimanual Force Control and Interlimb Force Coordination. *Experimental Brain Research*, 241, 313-323. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06526-0>
21. Lefaucheur, J. P., Aleman, A., Baeken, C., Benninger, D. H., Brunelin, J., Di Lazzaro, V., Filipović, S. R., Grefkes, C., Hasan, A., Hummel, F. C., Jääskeläinen, S. K., Langguth, B., Leocani, L., Londero, A., Nardone, R., Nguyen, J. P., Nyffeler, T., Oliveira-Maia, A. J., Oliviero, A.,... Ziemann, U. (2020). Evidence-Based Guidelines on the Therapeutic Use of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS): An Update (2014-2018). *Clinical Neurophysiology*, 131(2), 474-528. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.11.002>
22. Lefaucheur, J. P., André-Obadia, N., Antal, A., Ayache, S. S., Baeken, C., Benninger, D. H., Cantello R. M, Cincotta, M.,

- De Carvalho, M., De Ridder, D., Devanne, H., Di Lazzaro, V., Filipović, S. R., Hummel, F. C., Jääskeläinen, S. K., Kimiskidis, V. K., Koch, G., Langguth, B., Nyffeler, T.,... Garcia-Larrea, L. (2014). Evidence-Based Guidelines on the Therapeutic Use of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS). *Clinical Neurophysiology*, 125(11), 2150-2206. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2014.05.021>
23. Macadar, O., y Silva, A. (2007). Comunicación eléctrica en peces sudamericanos del orden *gymnotiformes*. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 39(1), 31-45. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2312413>
24. Marinus, N., Van Hoornweder, S., Aarts, M., Vanbilsen, J., Hansen, D., y Meesen, R. (2022). The influence of a Single Transcranial Direct Current Stimulation Session on Physical Fitness in Healthy Subjects: A Systematic Review. *Experimental Brain Research*, 231, 31-47. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06494-5>
25. Maudrich, T., Ragert, P., Perrey, S., y Kenville, R. (2022). Single-session Anodal Transcranial Direct Current Stimulation to Enhance Sport-Specific Performance in Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Brain Stimulation*, 15(6), 1517-1529. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2022.11.007>
26. McNamee, M., y Morgan, W. (Editors). (2015). *Routledge Handbook of the Philosophy of Sport*. Routledge.
27. Mertz, M., Inthorn, J., Renz, G., Rothenberger, L. G., Salloch, S., Schildmann, J., Wöhlke, S., y Schicktanz, S. (2014). Research Across the Disciplines: A Road Map for Quality Criteria in Empirical Ethics Research. *BMC Medical Ethics*, 15(17), 1-14. <https://doi.org/10.1186/1472-6939-15-17>
28. Nuffield Council on Bioethics. (2016). Survey: Genome editing in human reproduction. <https://www.nuffieldbioethics.org/publications/genome-editing-an-ethical-review>
29. Pérez, J., Faedda G., y Baldessarini, R. (2013). Electricity Rendered Useful for Mental Illness: Tribute to Richard Lovett. *The British Journal of Psychiatry*, 203(4), 241. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.112.124388>
30. Resolución 8430 de 1993. [Ministerio de Salud de Colombia]. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas

y administrativas para la investigación en salud. 4 de octubre de 1993.

31. Rossi, S., Antal, A., Bestmann, S., Bikson, M., Brewer, C., Brocsmöller, J., Carpenter, L. L., Cincotta, M., Chen, R., Daskalakis, J. D., Di Lazzaro, V., Fox, M. D., George, M. S., Gilbert, D., Kimiskidis, V. K., Koch, G., Ilmoniemi, R. J., Lefaucheur, J. P., Leocani, L.,... Hallett, M. (2021). Safety and Recommendations for TMS Use in Healthy Subjects and Patient Populations, with Updates on Training, Ethical and Regulatory Issues: Expert Guidelines. *Clinical Neurophysiology*, 132(1), 269-306. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.10.003>.
32. Rossi, S., Hallett, M., Rossini, P., y Pascual-Leone, A. (2009). Safety, Ethical Considerations, and Application Guidelines for the Use of Transcranial Magnetic Stimulation in Clinical Practice and Research. *Clinical Neurophysiology*, 120(12), 2008-2039. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.08.016>
33. Sanz Manzanedo, M. (2022). Microlearning en la formación del profesorado de educación secundaria en Livorno. *Human Review*, 12(4), 1-13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8839658>
34. Siebner, H. R., Funke, F., Aberra, A. S., Antal, A., Bestmann, S., Chen, R., Classen, J., Davare, M., di Lazzaro, V., Fox, P. T., Hallett, M., Karabanov, A. N., Kesselheim, J., Beck, M. M., Koch, G., Liebetanz, D., Meunier, S., Miniussi, C., Paulus, W.,... Ugawa, Y. (2022). Transcranial Magnetic Stimulation of the Brain: What is Stimulated? – A Consensus and Critical Position Paper. *Clinical Neurophysiology*, 140, 59-97. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2022.04.022>.
35. Škerbić, M. M. (2019). Bioethics of Sport and its Place in the Philosophy of Sport. *Synthesis Philosophica*, 34(2), 379-394. <https://hrcak.srce.hr/file/338049>
36. Tedx Talks. (2020, 22 de mayo). How *Mind-Reading Technology Conquers your Brain* | Katrin-Cécile Ziegler | TEDxRWTHAachen [Video]. YouTube. <https://youtu.be/csjFifU2Pxc?si=mhP6uvEcag2rLKM1>
37. Wassermann, E. (1998). Risk and Safety of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation: Report and Suggested Guide-

lines from the International Workshop on the Safety of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, June 5–7. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 108(1), 1-16. [https://doi.org/10.1016/S0168-5597\(97\)00096-8](https://doi.org/10.1016/S0168-5597(97)00096-8)