

Uso de mejoradores cognitivos transcraneales en el deporte, consideraciones bioéticas para profesores y entrenadores¹

Use of Transcranial Cognitive Enhancers in Sports: Bioethical Considerations for Teachers and Coaches

Uso de aprimoradores cognitivos transcranianos no esporte: considerações bioéticas para professores e treinadores

[Artículos]

Henry Caro²
Luz Amelia Hoyos³

Recibido: 07 de diciembre de 2022
Aceptado: 18 de abril de 2023

Citar como:

Caro, H. y Hoyos, L. A. (2023). Uso de mejoradores cognitivos transcraneales en el deporte, consideraciones bioéticas para profesores y entrenadores. *Revista de Investigación Cuerpo, Cultura y Movimiento*, 13(2). DOI: 10.15332/2422474X.8086



¹ Este artículo de revisión sin financiación hace parte de una investigación posdoctoral más amplia titulada: *Aportes de la bioética a la formación de profesores de la Facultad de Educación Física de la Universidad Pedagógica Nacional*. Grupo de investigación: Centro de Investigación en Deporte y Actividad Física, categoría B. Minciencias. Línea: Bioética y Deporte. Bogotá, Colombia.

² Posdoctorando del Énfasis de Educación en Ciencias del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE). Doctor en Bioética por la Universidad El Bosque; Doctor en Educación por la Universidad Pedagógica Nacional. Profesor de la Universidad Pedagógica Nacional. Correo institucional: hdcaror@pedagogica.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3848-227>

³ Doctora Europea en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Investigadora Asociada Minciencias. Investigadora en el campo de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Profesora e investigadora del Doctorado Interinstitucional en Educación DIE. Coordinadora de la Licenciatura en Deporte, Universidad Pedagógica Nacional. Correo institucional: lhoyos@pedagogica.edu.co. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3848-227>

Resumen

El objetivo fue elaborar consideraciones globales desde la Bioética del deporte, dirigidas a profesores y entrenadores, sobre el uso de mejoradores cognitivos transcraneales. Estos artefactos se crearon para estimular el cerebro de manera eléctrica o magnética buscando amplificar la concentración, el estado de alerta o la memoria. La bioética del deporte se ocupa de investigar las implicaciones éticas, sociales y comportamentales sobre dicha biotecnología, avizorando que el deportista podría desconocer las desventajas para su salud, recibir sanciones y colocarse indirectamente al servicio de sus comercializadores. Se empleó la revisión documental. Sus logros corresponden al ámbito clínico y también a nivel deportivo, pero en menor medida. La publicidad sobredimensiona sus alcances. Las conclusiones destacan que es necesario ilustrar a profesores y entrenadores sobre las repercusiones bioéticas de esta biotecnología, porque sus diseñadores aprovechan el desconocimiento de los deportistas sobre su efectividad, el vacío normativo y la ausencia de un marco legal.

Palabras clave: Bioética del deporte, Deporte, Mejora cognitiva artificial, Mejoradores Cognitivos Transcraneales, Profesores/entrenadores.

Abstract

The aim was to develop global considerations from the field of Sports Bioethics, addressed to teachers and coaches, regarding the use of transcranial cognitive enhancers. These devices were created to electrically or magnetically stimulate the brain in order to enhance concentration, alertness, or memory. Sports bioethics focuses on investigating the ethical, social, and behavioral implications of this biotechnology, foreseeing that athletes may be unaware of the disadvantages to their health, face sanctions, and indirectly serve their marketers. A documentary review was used. Its achievements correspond to the clinical and sports field, but to a lesser extent. Advertising overestimates its scope. The conclusions emphasize the need to educate teachers and coaches about the bioethical implications of this biotechnology because its designers take advantage of the athletes' lack of knowledge regarding its effectiveness, the regulatory vacuum and the absence of a legal framework.

Keywords: Sports Bioethics, Sport, Artificial Cognitive Enhancement, Transcranial Cognitive Enhancers, Teachers/Coaches.

Resumo

O objetivo deste estudo foi elaborar considerações globais da bioética do esporte, dirigidas a professores e treinadores, sobre o uso de aprimoradores

cognitivos transcranianos. Esses dispositivos foram criados para estimular o cérebro elétrica ou magneticamente a fim de aumentar a concentração, o estado de alerta ou a memória. A bioética esportiva se preocupa em investigar as implicações éticas, sociais e comportamentais dessa biotecnologia, prevendo que os atletas podem desconhecer as desvantagens para sua saúde, receber sanções e, indiretamente, colocar-se a serviço de seus agentes. Foi utilizada a revisão documental. Suas conquistas correspondem ao campo clínico e ao nível esportivo, mas em menor grau. A publicidade superestima suas realizações. As conclusões destacam a necessidade de educar professores e treinadores sobre as repercussões bioéticas dessa biotecnologia, pois seus criadores se aproveitam da falta de conhecimento dos atletas sobre sua eficácia, da lacuna regulatória e da ausência de um marco legal.

Palavras-chave: bioética do esporte, esporte, aprimoramento cognitivo artificial, aprimoradores cognitivos transcranianos, professores/treinadores.

Introducción

Los atletas de alto rendimiento siempre han buscado a lo largo de la historia nutrientes, métodos y tecnologías que les permitan aumentar su desempeño para lograr el éxito. Las ciencias del deporte y la actividad física tratan de colmar dichos intereses valiéndose de los resultados de la investigación científica, aspecto novedoso de esta época, ya que antes se consideraba suficiente el trabajo duro en los entrenamientos y sólo un poco de suerte en las competencias (Bradley et ál., 2022) mientras los entrenadores y profesores de deporte desarrollan los aspectos físicos, técnicos, tácticos y las metodologías de intervención pedagógica que más se acomoden a sus dirigidos. No obstante, con la irrupción de la biotecnología en el deporte se crea un vacío conceptual y regulatorio en cuanto a su empleo. Este es el caso de los *mejoradores cognitivos transcraneales*, ya que por su novedad no se han incluido en los reglamentos y postulados éticos del deporte que lo orientan a nivel mundial. Tampoco se encuentran estudios que de manera fiable demuestren sus alcances para el rendimiento deportivo. Esta situación genera interrogantes bioéticos que deben ser abordados con urgencia, en especial para quienes enseñan y entrenan a los deportistas.

De lo que no hay duda es que, a nivel cognitivo, desde hace tiempo se reconoce que las funciones cerebrales son determinantes en todas las áreas del desempeño humano. Sobre todo en aquellas como el deporte donde pocas veces hay una segunda oportunidad para hacerlo bien (Lamont-Mills, 2022), sumado a que la capacidad cerebral puede modificarse mediante la persuasión verbal (Dallaway et ál., 2022), la cognición (Jones, 2022; Bera et ál., 2021), la neurociencia

(Colzato, 2022; Cinel et ál., 2019; Hildt y Franke, 2013), la resistencia cerebral (Dallaway, 2020), el ejercicio físico (Gibbs et ál., 2022), el uso de nutrientes (Quinones y Lemon, 2022), la neuroplasticidad (Pickersgill et ál., 2022) y la estimulación eléctrica o magnética (Lattari et ál., 2020; Kamali et ál., 2019). Algunas de estas alternativas de mejora, no obstante, producen desconcierto, porque muchas no están incluidas ni reglamentadas a nivel institucional por los entes directivos del deporte, lo que deja un espacio que podría ser aprovechado por sus diseñadores para su comercialización sin control. De allí emerge la pregunta de investigación que orienta este artículo, ¿cuáles serían las consideraciones razonables desde la bioética del deporte sobre el uso de los mejoradores cognitivos transcraneales en el deporte dirigidas a profesores y entrenadores?

Método

Revisión documental

La revisión documental es definida como el proceso de búsqueda y selección de fuentes de información primaria o secundaria sobre el problema o la pregunta de investigación (Barbosa, et al., 2013; Vera 2009) y supone tener un conocimiento profundo de las colecciones que proporcionan las bibliotecas universitarias y otras afines. Representa un ejercicio de análisis crítico donde se condensa lo más significativo de la literatura científica y mediante su lectura en conjunto se enriquece dicho conocimiento (Von Schondorf-Gleicher et ál., 2022). Se eligió esta dirección, dado que sobre la mejora cognitiva al igual que el uso de mejoradores cognitivos transcraneales y de la bioética en el deporte se han desarrollado amplios estudios a lo largo del tiempo en el contexto médico y ahora se incursiona en el ámbito deportivo. Para tal fin se indagó en las bases de datos: SPORTDiscus, EBSCO host, Scielo, Dialnet, PubMed y Medline. Luego se organizó la documentación en dos bloques: 1) investigaciones sobre la mejora cognitiva artificial, que donde se incluyó archivos históricos y el estado del arte que converge en los mejoradores cognitivos transcraneales, y 2) investigaciones sobre la bioética desde la medicina que estuvieran ligadas al entorno deportivo.

Se revisaron 12 405 artículos, de los cuales fueron descartados en primera instancia 9068. Algunos por estar duplicados y otros que no estaban directamente relacionados con la temática. Luego de una segunda selección quedaron 637. Se volvió a revisar, y después de una lectura exhaustiva se descartaron 502. Los 135 artículos seleccionados, se estudiaron en detalle y solo se emplearon 51 artículos

que cumplieron con los criterios de exclusión pertinentes a los contenidos específicos de la investigación. Las frases utilizadas para la búsqueda fueron: mejora cognitiva artificial; mejoradores cognitivos transcraneales y bioética en el deporte. Las pesquisas se hicieron en español, inglés y portugués. Más adelante, se clasificó el material en tres apartados: mejora cognitiva artificial; uso de mejoradores cognitivos transcraneales en deporte, y bioética en el deporte.

Después de la organización de los textos y su relectura, se hicieron las primeras matrices y redes de análisis teniendo en cuenta: título, autor, revista o libro, país, año de publicación, resumen, resultados y conclusiones. Luego se discriminó el material en tres categorías para realizar el estudio: mejora cognitiva artificial; uso de mejoradores cognitivos transcraneales en el deporte, y bioética en el deporte. Se validaron las matrices de acuerdo con las recomendaciones teóricas y el juicio de expertos. Al final, se elaboró este manuscrito.

Resultados y discusión

Mejora cognitiva artificial: Definición

La *mejora cognitiva artificial* se define como el uso de aditamentos tecnológicos, de carácter invasivo o no invasivo, que buscan optimizar el funcionamiento mental, alterando el cerebro directamente. Este procedimiento no podría ser logrado mediante las técnicas y métodos tradicionales desarrollados por la psicología cognitiva o la psicología del deporte. Además, surgen en respuesta a las necesidades cognitivas generadas por déficit propios de la edad, enfermedades psiquiátricas, accidentes o frente a las mayores demandas cognitivas de la sociedad. Se ha comprobado desde la investigación científica que, en el transcurso de la vida, los cambios físicos producto del envejecimiento o el deterioro normal en la salud afectan el cuerpo en su desempeño y también al cerebro de manera significativa (Martínez-Cañavate et ál., 2022; Piedra, 2020). En esta misma línea de investigación, Dresler et ál. afirman:

Un mundo cada vez más complejo ejerce demandas cada vez mayores sobre las funciones cognitivas, funciones que evolucionaron para un entorno fundamentalmente diferente. La vida cotidiana en una sociedad de la información y una economía posindustrial requiere habilidades cognitivas que deben adquirirse a través de procesos de educación y capacitación lentos, laboriosos y costosos. Asimismo, estas habilidades pueden volverse obsoletas a medida que el mundo cambia cada vez más rápido o perderse por los procesos de envejecimiento... Las estrategias para mejorar la adquisición y el

mantenimiento de las habilidades cognitivas son cada vez más importantes tanto a nivel individual como social. (2019, p. 2)

En su afán por atenuar dichas carencias, se han venido utilizando nutrientes, terapias, medicamentos y, por último, muchos artefactos ideados por la ingeniería biomédica, la neurociencia, la inteligencia artificial y la nanotecnología, en aras de contribuir al mantenimiento de las funciones cognitivas que, a la postre, mejorarán el bienestar y la calidad de vida de las personas y, como en el caso de esta pesquisa, de los deportistas.

Para ilustrarlo, se destacan las tecnologías basadas en interfaces cerebro-computadora (BCI, por sus siglas en inglés) como el empleo de los mejoradores cognitivos transcraneales, que están diseñados para prevenir, rehabilitar o mejorar, entre otras funciones, la actividad motora y también comunicativa de las personas sanas y de los pacientes, y más recientemente se proyectan hacia los atletas. El reto que ahora se plantea para la biotecnología es cómo idear estos dispositivos de manera que superen la visión inicial de *instrumentos médicos* y lograr que sean del tipo *electrodoméstico*, sencillos de accionar, seguros y con un funcionamiento *cuasi-autónomo* que demande el mínimo de supervisión experta (Belkacem et ál., 2022).

Se reconoce que estos cambios son generados por el avance irrefrenable de la sociedad de la información, que exige a los individuos que la componen desplegar una capacidad de funcionamiento cognitivo cada vez mayor. Para salir avante, se propone utilizar diversas estrategias artificiales que potencialicen las funciones cerebrales. Sin embargo, esta iniciativa no está libre de controversia, en la medida que las apuestas de mejora no siempre cumplen lo prometido y pueden desencadenar efectos inesperados o contraproducentes. De igual forma, muchas veces se desconocen los factores sociales que limitan su utilización para la mayoría, lo que acentúa las desigualdades ya existentes, con una marcada tendencia a la injusticia social y deportiva (Triviño, 2019; Caro, 2014a).

Un punto a favor es la conciencia de que la mejora cognitiva no es monolítica sino multifacética, y no existe un único potenciador cerebral que aumente su actividad de manera global. Más bien, las intervenciones de mejora se pueden agrupar en diferentes categorías de acuerdo con su nivel de intervención: bioquímico, físico y conductual (Mansouri et ál., 2018).

En general, se acepta que las habilidades y competencias humanas pueden ser perfeccionadas mediante el uso de la tecnología, la medicina y las terapias diseñadas para devolver o incrementar la capacidad del rendimiento humano. La

convergencia entre algunas disciplinas recientes, lideradas por las neurociencias, la genética, la ciencia cognitiva y la informática, ha creado muchos avances deseados y otros no esperados, que incluyen por lo menos tres dominios para su profundización. En primer lugar, se busca la mejora del rendimiento para restablecer la capacidad humana promedio de las personas en condición de discapacidad o los deportistas. En un segundo grado, se pretende llevar a los sujetos a un rango sobrehumano que supere lo que alcanzarían mediante la educación y la cultura a nivel cualitativo. En tercer lugar, se adelantan investigaciones que analizan las posibles implicaciones éticas de estos progresos (Dietz, 2013).

Lo cierto es que los intereses de una parte significativa de la investigación biomédica han virado y la tendencia actual se orienta hacia la *mejora cognitiva artificial* en personas sanas. Ahora se esboza realizarla en deportistas que pretenden aumentar su desempeño, considerando que esta nueva tecnología les podría ayudar en su propósito. Esto se debe a que los requerimientos cognitivos cada vez más van en aumento, ya sea en los deportes que exigen un elevado trabajo mental tales como Go, ajedrez o billar y también, ya sea en los deportes electrónicos, *e Sports* (Sousa et ál., 2020; Gong, et ál., 2019; Kühn et ál., 2019). A los anteriores se les suman otros deportes que requieren de acciones inteligentes y coordinadas en equipo, donde las jugadas exigen una renovación constante de los esquemas y las tácticas a desarrollar, y que no pueden programarse de antemano, requiriendo de agudizar los procesos atencionales *in situ* y disminuir el tiempo de reacción para la toma de decisiones. Un tercer grupo de deporte se destaca por el esfuerzo físico que, de todas maneras, está supeditado por los mecanismos mentales concernientes al pensamiento.

Así, lo común de todos los deportes es que siempre dependerán en un grado mayor o menor, del desarrollo óptimo de las capacidades psicológicas, y en especial de los aspectos cognitivos, para el logro de los objetivos esperados. Esta mirada del desempeño es cercana al paradigma posthumanista que considera necesario aprovechar todos los progresos de la biotecnología para optimizar a los seres humanos, incluidos los deportistas, haciendo eco en el llamado *Enhancement sport* (El-Maksoud, 2022; Brady, 2018; López, 2018; Caro, 2014b; Bostrom y Sandberg, 2009), el cual se ha convertido en un amplio movimiento dentro del mundo deportivo, donde se resalta la mejora biotecnológica como una alternativa factible para el deporte de alto rendimiento y, desde allí, se irradia para los demás niveles de desempeño.

Uso de mejoradores cognitivos transcraneales

Kelley et ál. efectuaron un estudio para el ejército de los Estados Unidos sobre el uso de diferentes opciones de mejora cognitiva (2019). Entre las sustancias y métodos se destacan: fármacos, drogas, hierbas, vitaminas, suplementos de amina, entrenamiento en neuroretroalimentación, manejo del sueño y estimulación transcraneal. En cuanto a los mejoradores cognitivos transcraneales, buscaron referentes sobre cuáles podrían resultar más idóneos para ser aplicados en el personal militar. Centrando su atención en estudios de investigación experimental, aleatorizados y controlados con placebo, encontraron suficientes evidencias que respaldan su eficacia, efectividad, seguridad y confiabilidad. Pero no están seguros de poder implementarlos, en la medida que se necesita profundizar en cuanto a la duración de los efectos benéficos a mediano y largo plazo.

Empleo de mejoradores cognitivos transcraneales en el deporte

Etoom y Alwardat (2022) realizaron una investigación para conocer los efectos de la estimulación del sueño en deportistas, reconociendo que este es un factor muy importante para el desempeño atlético y su calidad de vida. En razón a que ahora existe la posibilidad de hacerlo mediante el uso de técnicas de estimulación cerebral no invasivas, tales como la estimulación transcraneal de corriente continua (TDCS, por sus siglas en inglés, *Transcranial Direct Current Stimulation*), se parte de la hipótesis de que la tDCS anódica de la corteza prefrontal dorsolateral bilateral podría mejorar el sueño en los atletas. Para ponerla a prueba, realizaron un ensayo controlado y aleatorizado con 84 atletas seleccionados con base en criterios de elegibilidad específicos que fueron asignados al azar al grupo de intervención donde cada participante recibió una sesión de 20 minutos de tDCS anódica bilateral con una intensidad de 1.5 mA (0.057 mA/cm²), en densidad 3 veces por semana durante 2 semanas. Los demás participantes oficiaron como grupo control, recibiendo una mínima estimulación de apenas 30 segundos. El diseño del estudio es de tipo prospectivo, informado y en acuerdo con la declaración de los estándares consolidados de informes de ensayos (Consort) para el tratamiento no farmacológico. Entre sus conclusiones se destaca la principal, y es la aplicación de un protocolo tDCS representado por la estimulación anódica bilateral, que puede generar avances importantes en el control del sueño entre los atletas, debido a la alta incidencia y el impacto negativo en el rendimiento generado por su mala calidad.

Por su lado, Filipas et ál. (2022) adelantaron un estudio sobre la influencia de los efectos de la estimulación transcraneal de corriente continua de alta definición la

corteza prefrontal dorsolateral bilateral sobre el rendimiento en pruebas contrarreloj en ciclistas con diabetes mellitus tipo 1. Es un trabajo novedoso, dado que trabaja con una población de personas que, al tiempo que son deportistas, también padecen una enfermedad. Emplearon una estricta metodología de orden cruzado y aleatorizado doble ciego. Entre los resultados se destaca que la regulación positiva de la corteza prefrontal mejoró el rendimiento en pruebas contrarreloj en ciclistas de alto nivel. Además, Los parámetros fisiológicos durante la prueba de carga constante y la prueba contrarreloj no cambiaron después de HD-tDCS (por sus siglas en inglés, *High Definition Transcranial Direct Current Stimulation*). La ganancia en el rendimiento se asoció con una respuesta de glucosa en sangre inalterada. Estos hallazgos muestran la posibilidad de que la regulación positiva de la corteza prefrontal mejore el rendimiento de resistencia en ciclistas de alto nivel con diabetes tipo 1, sin alterar las respuestas fisiológicas y perceptivas a una intensidad moderada.

Xiao et ál. (2022) se propusieron indagar los efectos de combinar la estimulación de corriente continua transcraneal (tDCS) y el ejercicio de la base del pie (FCE, por sus siglas en inglés, *Foot Core Exercise*) en la función sensoriomotora del pie. Fue un estudio doble ciego y aleatorizado, que trabajó con 30 participantes asignados a dos grupos: tDCS combinado con FCE, mientras el grupo control realizó un entrenamiento regular combinado con FCE. Entre sus resultados se destaca que, comparando el grupo de control y la línea de base, la tDCS combinada con FCE podría aumentar la fuerza del flexor del dedo del pie ($p < 0.001$) y disminuir el umbral de cinestesia pasiva de la eversión del tobillo ($p = 0.002$). En conclusión, resaltan que la intervención de tDCS combinada con FCE mejora la fuerza del flexor del dedo del pie y la función sensorial del pie-tobillo.

Alix-Fages et ál. (2019) hicieron una revisión sistemática y un metanálisis con el propósito de explorar los efectos de la estimulación de corriente continua transcraneal (tDCS) en la resistencia, es decir el tiempo transcurrido hasta el fracaso de la tarea (TTF, por sus siglas en inglés, *Time to Task Failure*) y la contracción muscular voluntaria máxima (MVC, por sus siglas en inglés, *Maximal Voluntary Contraction*). Además, analizaron si la duración de la estimulación a una región determinada del cerebro también podría influir en el rendimiento motor. Los resultados mostraron que hubo un aumento del rendimiento motor, pero moderado. Además, que los efectos de la (tDCS) anódica fueron mayores durante los ejercicios globales, o sea en el ejercicio de ciclismo, en comparación con las tareas uniarticulares. En conclusión, el metanálisis actual indicó que la (tDCS) anódica produce efectos pequeños y moderados en la contracción

voluntaria máxima (MVC) y en el tiempo transcurrido hasta el fracaso de la tarea (TTF).

Bioética del deporte

La bioética del deporte, una vez incluida en el *Routledge Handbook of the Philosophy of Sport* (McNamee y Morgan, 2015), inicia su tránsito de independencia teórica, pragmática y conceptual hacia la construcción de un cuerpo de conocimiento situado que dé cuenta de sus aportes y sea un referente obligado en el deporte contemporáneo. Se especifica que desde hace un tiempo se venía apoyando en la visión de la Bioética Principialista norteamericana, y sus cuatro principios Beneficencia, No Maleficencia, justicia y Autonomía, tomados de la ética médica (Beauchamp y Childress, 2013), pero ajustados al deporte, que le permitió incursionar en este nuevo ámbito (Caro, 2010; Caro, 2014b; Caro, 2019; Caro, 2020) liderado antes sólo por la ética del deporte (Vargas-Mendoza et ál., 2018).

Por su lado, el deporte en todos los niveles de rendimiento está evolucionando a pasos agigantados. Sin embargo, las reglas y los principios éticos se mantienen en su mayoría iguales o apenas con mínimas variaciones. Esta situación crea un desequilibrio entre lo que sucede en la cotidianeidad deportiva y los preceptos de los entes que lo gobiernan, en razón a que los avances biotecnológicos emergen continuamente y llevan a situaciones de confusión en esta comunidad, pues los límites entre lo permitido y lo prohibido no están claros y la bioética juega un papel trascendental en la prevención de conductas sospechosas de parte de los atletas y sus equipos que, en algunos casos, podrían ser objeto de sanción. Tal y como afirma Milstein, a la par de los avances de la ciencia y la tecnología, la bioética se adaptó para analizar la manera como los deportistas interactúan con la ley (2018).

Es evidente que el deporte cada vez exige de una mayor capacidad mental. Una vez agotadas las posibilidades físicas y cognitivas normales, la tecnología ofrece otras alternativas que complementarían, e incluso se vislumbra que podrían acrecentar el funcionamiento cerebral, el cual no había sido objeto de estudio en este campo, ya que antes las investigaciones estaban enfocadas en la medicina y las pesquisas clínicas. Sin embargo, con el afianzamiento del deporte como un campo científico, una subespecialidad de la medicina se orienta en ese sentido iniciando una diversificación en la atención médica y terapéutica del deportista, y se plantea adelantar procesos de mejora artificializada, aquí denominada *medicina*

cosmética o del deseo, cuyo objetivo es optimizar aquello que ya está bien... como es el caso del deportista que goza de plena salud, pero quiere rendir por encima de sus posibilidades normales (Missa, 2015). En este lugar surge la relación entre la medicina deportiva y la bioética del deporte, porque en la toma de decisiones ya no es suficiente la mirada de la ética médica desarrollada en la medicina deportiva (Tavares da Silva, 2019) o de la ética del deporte (Nagy, 2021) de forma separada. Por la novedad de estos procedimientos, se debe recordar que, aunque podrían cumplir sus objetivos de mejora, también podrían causar daños inesperados en la salud del deportista (Caro, 2019), sumado a las implicaciones bioéticas que trascienden su individualidad y generan repercusiones sociales con efectos económicos, políticos y ambientales a tener en cuenta antes de decidir (Loland, 2018).

Es por estas razones que la bioética del deporte emerge en la contemporaneidad proponiendo *la deliberación democrática* como principal método de intervención, ante el reconocimiento de la necesidad del diálogo y la deliberación razonable entre las partes. Sin olvidar que, por mucho tiempo, sólo se consideraron los conflictos de valores, deberes y principios como lo fundamental en la conversación bioética, y lo recomendado era buscar a toda costa llegar a consensos. Sin embargo, en el deporte de rendimiento es muy notorio que los intereses individuales y las motivaciones económicas priman sobre las demás consideraciones. Dicha realidad obliga al bioeticista a proponer la creación de *Comités de Bioética en el Deporte* como alternativa para viabilizar y gestionar estas nuevas situaciones, dejando entrever que, al igual que en la práctica deportiva, *el comité debe ser asumido como un equipo* que persigue el interés común, pero sin desconocer las necesidades y motivaciones de cada uno de sus integrantes, las cuales son importantes y deben ser negociadas, y en lo posible colmadas, buscando un equilibrio que de todas formas siempre será fluctuante (Caro y Hoyos, 2022; Caro, 2015).

Conclusiones

La educación a través del tiempo ha desarrollado progresos cognitivos notables. No obstante, gracias a estos avances también se han creado mecanismos artificiales que podrían viabilizar dichas adquisiciones de una forma inexplorada, tales como dispositivos tecnológicos, prótesis, implantes médicos, medicamentos e interfases entre el ser humano y las máquinas y, en este caso, los mejoradores cognitivos transcraneales, que abren el panorama de la mejora humana artificializada, aplicable en sus inicios a personas que por sus condiciones de

salud o accidentes los emplearían como su única opción. Otro asunto, no menos importante, es orientarlos hacia la potenciación de las capacidades cognitivas de aquellos que están saludables o que, debido a las exigencias de su profesión, demandan un desempeño cognitivo superior como es el caso de los deportistas, y dichas ayudas artificiales podrían optimizar su rendimiento, siendo un impulso inédito en este campo.

Se colige que estos progresos emergen debido a los nuevos tiempos de una sociedad cada vez más tecnologizada y que se está transformando, no sólo en lo externo con artefactos de todo tipo que son utilizados para ampliar las capacidades heredadas o aprendidas de los seres humanos, sino que ahora se proyecta dirigirlos hacia el interior de su cuerpo, planeando mejoras dentro de sí que potencien sus capacidades cognitivas mediante una estimulación controlada y situada a nivel cerebral por medio de esta biotecnología.

Es menester que los profesores y entrenadores *comprendan de manera glocal*, es decir, que sean capaces de pensar en las implicaciones globales y al mismo tiempo locales sobre los efectos de esta biotecnología, que podría sumarse a los tradicionales “atajos” para alcanzar el triunfo. Por tanto, se hace necesario que se actualicen en la evolución de dichas biotecnologías, y al tiempo en los progresos teóricos y prácticos de la *bioética del deporte*, para sopesar con prudencia sus alcances y reconocer sus limitaciones, basados en la evidencia científica. Lo anterior se proyecta como una tarea pendiente en este contexto. De igual forma, urge una capacitación sobre sus fundamentos humanísticos y científicos, para enriquecer el contexto deportivo, porque quienes defienden la ética deportiva se ocupan sobre todo de abordar y resolver los problemas que surgen en las interacciones entre los atletas y el ámbito deportivo, pero desconocen en parte estas nuevas realidades, aunque paradójicamente también las estén viviendo en la cotidianidad.

Finalmente, en cuanto al empleo de los mejoradores cognitivos transcraneales en el deporte, es necesario abrir un diálogo argumentado desde los resultados investigativos junto con los valores de los atletas y el cuerpo técnico sobre sus hipotéticas aplicaciones tratando en todo caso que su uso sea razonable, y permita la mejora cognitiva artificial cuando esta sea imprescindible. Se recomienda, sin embargo, no dejar que su uso se convierta en una *moda sin fundamento*, la cual pretende reemplazar el esfuerzo y la dedicación que el deporte exige, reconociendo además que el anhelado triunfo siempre tendrá un componente de azar imposible de controlar y programar desde el cerebro del deportista.

Referencias

- Alix-Fages, C., Romero-Arenas, S., Castro-Alonso, M., Colomer-Poveda, D., Río-Rodríguez, D., Jerez-Martínez, A., Fernández-del-Olmo, M. y Márquez, G. (2019). Short-Term Effects of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation on Endurance and Maximal Force Production: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 8(4) 1-15. DOI: [10.3390/jcm8040536](https://doi.org/10.3390/jcm8040536). PMID: 31003550.
- Beauchamp, T. y Childress, J. (2013). *Principles of Biomedical Ethics* (Seventh edition). Oxford University Press.
- Belkacem, AN., Falk, TH., Yanagisawa, T. and Guger, C. (2022). Editorial: Cognitive and Motor Control Based on Brain-Computer Interfaces for Improving the Health and Well-Being in Older Age. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 1-3
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.881922>
- Bera, K., Shukla, A. y Bapi, RS. (2021). Cognitive and Motor Learning in Internally-Guided Motor Skills. *Frontiers in Psychol.* 12, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.604323>
- Bostrom, N. y Sandberg, A. (2009). Cognitive Enhancement: Methods, Ethics, Regulatory Challenges. *Science and Engineering Ethics*. 15, 311–341. <https://doi.org/10.1007/s11948-009-9142-5>
- Bradley, E., Board, L., Archer, D. y Morgans, M. (2022). Evaluation of entrustable professional activities and competency assessment in sport and exercise sciences in higher education: Student perceptions of the impact on learning, *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 31 <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2022.100402>
- Brady, G. (2018). Transhumanism and the transformation of the experience and spectacle in the art of boxing. [Tesis doctoral, Universidad de Glasgow] <https://theses.gla.ac.uk/9005/>
- Caro, H. (2010, del 3 al 7 de octubre). Aportes de la Bioética en la formación del especialista en pedagogía del entrenamiento deportivo: una mirada desde la línea de investigación sobre el pensamiento y conocimiento del profesor [Ponencia]. *XXI Congreso Panamericano de Educación Física y Deportes*. Coldeportes, Bogotá, Colombia.
- Caro, H. (2014a, del 22 al 24 de octubre). Biotecnología en el deporte: Debate entre los Bio-tecnofascinados y los Bio-tecnofóbicos y su relación con el principio bioético de la Autonomía [Ponencia]. *Congreso Latinoamericano de Estudios sociales del Deporte (ALESDE)*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia
- Caro, H. (2014b, del 22 al 24 de octubre). Mejoramiento Deportivo (Enhancement Sport) vs. Doping, Una mirada desde el principio bioético de la justicia [Ponencia]. Congreso Latinoamericano de Estudios sociales del Deporte (ALESDE). *Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia*
- Caro, H. (2015). Alternativa Metodológica para asumir los Retos del Mejoramiento Deportivo “Comités de Bioética Deportiva”. *Revista Colombiana de Bioética* 15, (1) ISSN: 1900-6896.
- Caro, H. (2019). Dilemas Bioéticos a partir del Mejoramiento Deportivo Postconvencional para la Educación deportiva [Tesis doctoral inédita. Universidad Pedagógica Nacional] <http://hdl.handle.net/20.500.12209/11467>
- Caro, H. (2020). Edición genómica heredable en el futuro contexto de la salud procreativa. Perspectiva desde el Principio Bioético de la Beneficencia [Tesis Doctoral inédita, Universidad El Bosque] <http://hdl.handle.net/20.500.12495/8942>

- Caro, H. y Hoyos, L. (2022) ¿Comités de bioética o equipos de bioética? [Ponencia]. *XXVIII Seminario Internacional de Bioética*. Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.
- Cinel, C., Valeriani, D. y Poli, R. (2019). Neurotechnologies for Human Cognitive Augmentation: Current State of the Art and Future Prospects. *Frontiers in Human Neuroscience*, *13*, 1-24 <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00013>
- Colzato, L.S. (2022). Editorial: Five Years of Journal of Cognitive Enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement*, *6*, 1–2. <https://doi.org/10.1007/s41465-022-00239-6>
- Dallaway N., Leo, S. and Ring, Ch. (2022). How am I doing? Performance feedback mitigates the effects of mental fatigue on endurance exercise performance. *Psychology of Sport and Exercise*, *62* <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102210>
- Dallaway N, Lucas, S. y Ring, Ch. (2020). Concurrent brain endurance training improves endurance Exercise performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *24*, 405-411. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.10.008>
- Dietz, P. (2013). The Influence of Sports on Cognitive Task Performance – A Critical Overview (Cap. 7). En: Hildt, E. y Franke, A. (Eds.). *Cognitive Enhancement. An Interdisciplinary Perspective*. Springer Science Business Media Dordrecht. (e-book). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6253-4>
- Dresler, M., Sandberg, A., Bublitz, C., Ohla, K., Trenado, C., Mroczko-Wąsowicz, A., Kühn, S. y Repantis, D. (2019). Hacking the Brain: Dimensions of Cognitive Enhancement. *ACS Chemical Neuroscience*, *10*(3), 1137-1148 <https://doi.org/10.1021/acscemneuro.8b00571>
- El-Maksoud, H. (2022). Applications of genetic modification technology: How do you see the sessions of heavy training loads for long hours in light of the genetic activation of muscles? *Journal of Applied Sports Science*, *12*(1), 1-2. https://jassalexu.journals.ekb.eg/article_248853_1a1c7ee349ce68265d76ddc84d1d2013.pdf
- Etoom, M. y Alwardat, M. (2022). Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Sleep in Athletes: A Protocol of a Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(19), 2-8. <https://doi.org/10.3390/jcm11195883>
- Filipas, L., Gallo, G., Meloni, A., Luzi, L., Codella, R. (2022). Effects of bilateral dorsolateral prefrontal cortex high-definition transcranial direct-current stimulation on time-trial performance in cyclists with type 1 diabetes mellitus. *Brain Stimulation*, *15*(5), 1292-1299. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2022.09.005>
- Gibbs, K., Wilkie, L., Jarman, J., Barker-Smith, A., Kemp, A.H. y Fisher, Z. (2022) Riding the wave into wellbeing: A qualitative evaluation of surf therapy for individuals living with acquired brain injury. *PLoS ONE*, *17*(4), 1-21 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266388>
- Gong, D., Ma, W., Liu, T., Yan, Y. y Yao, D. (2019). Electronic-Sports Experience Related to Functional Enhancement in Central Executive and Default Mode Areas. *Neural Plasticity*, *2019*, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2019/1940123>
- Hildt, E. y Franke, A. (Eds.) (2013). *Cognitive Enhancement. An Interdisciplinary Perspective*. Springer Science Business Media Dordrecht. (eBook). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6253-4>
- Jones, C. (2022). Dimensions of Cognitive Enhancement: Hacking the Brain. *Clinical and Experimental Psychology*, *8*(1), 3-4. <https://www.iomcworld.org/open-access/dimensions-of-cognitive-enhancement-hacking-the-brain.pdf>

- Kamali, A-M., Saadi, ZK, Yahyavi, S-S., Zarifkar, A., Aligholi, H. y Nami, M. (2019). Transcranial direct current stimulation to enhance athletic performance outcome in experienced bodybuilders. *PLoS ONE*, 14(8), 1-20.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220363>
- Kelley, A., Feltman, K., Nwala, E., Bernhardt, K., Hayes, A., Basso, J. y Mathews, C. (2019). A Systematic Review of Cognitive Enhancement Interventions for Use in Military Operations. United States Army Aeromedical Research Laboratory.
<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1083490.pdf>
- Kühn, S., Gallinat, J. y Mascherek, G. (2019). Effects of computer gaming on cognition, brain structure, and function: a critical reflection on existing literature. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 21(3), 319-330. [10.31887/DCNS.2019.21.3/skuehn](https://doi.org/10.31887/DCNS.2019.21.3/skuehn)
- Lamont-Mills, A. (2022). Sport Psychology (cap. 12). En: T. Machin, T. Machin, C. Jeffries y N. Hoare (Eds.), *The Australian handbook for careers in psychological science*. University of Southern Queensland. <https://usq.pressbooks.pub/psychologycareers/chapter/sport-psychology/>
- Lattari, E., Campos, C., Lamego, MK., Legey, S., Neto, GM., Rocha, NB., Oliveira, AJ., Carpenter, CS., y Machado, S. (2020). Can Transcranial Direct Current Stimulation Improve Muscle Power in Individuals with Advanced Weight-Training Experience. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(1), 97-103.
DOI:[10.1519/JSC.000000000000195](https://doi.org/10.1519/JSC.000000000000195)
- Loland, S. (2018). Performance-Enhancing Drugs, Sports, and the Ideal of Natural Athletic Performance. *American Journal of Bioethics*, 18(8), 8-15.
<http://dx.doi.org/10.1080/15265161.2018.1459934>
- López, F. (2018). The use of performance-enhancing technologies in sports through Nicolas Agar's "truly human enhancement" approach. *Performance Enhancement & Health*. 6(2), 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.peh.2018.04.001>
- McNamee, M. y Morgan, W. (2015). *Routledge Handbook of the Philosophy of Sport*. Taylor y Francis Group.
- Mansouri, F., Fettes, P., Schulze, L., Giacobbe, P., Zariffa, J. y Downar, J. (2018). A Real-Time Phase-Locking System for Non-invasive Brain Stimulation. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00877>
- Martínez-Cañavate, M.R. (2022). Neuroderecho y envejecimiento: una aproximación bioética a la mejora cognitiva. *Revista Iberoamericana de Bioética*, (19), 1-10.
<https://doi.org/10.14422/rib.i19.y2022.007>
- Milstein, A. (2018). The Role of Bioethics in Sports Law. En: McCann, M. (ed.) *In The Oxford Handbook of American Sports Law* (cap. 26). Oxford Handbooks, Oxford Academics.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190465957.013.31>
- Missa, J. (2015). El deporte de competición, nuevo laboratorio de la medicina del mejoramiento: análisis ético y filosófico del dopaje. *Revista Colombiana de Bioética*, 10(2), 210-226.
<https://www.redalyc.org/pdf/1892/189246450015.pdf>
- Nagy, L. (2021). Sports and the Ethical Implications of Performance Enhancing Substances. En: Radenković, M. (ed.) *Heading Towards Humans Again: Aspects of Bioethics in the New Age of Science* (201-221). Trivent Ethics in Science and Technology Imprint (TEST). DOI: 10.22618/TP.AEBIO.20214.231014

- Peña, L. (2010). Proyecto de Indagación. La revisión bibliográfica. Facultad de Psicología. Universidad Javeriana. https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/La_revision_bibliografica.mayo_2010.pdf
- Piedra, J. (2020). Una aproximación bioética a la mejora cognitiva en individuos sanos: “más no es mejor”. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 19(37-2), 93-110. <https://doi.org/10.18359/rlbi.4292>
- Pickersgill, JW., Turco, CV., Ramdeo, K., Rehsi, RS., Foglia, SD. y Nelson, AJ. (2022). The Combined Influences of Exercise, Diet and Sleep on Neuroplasticity. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.831819>
- Quinones, M.D. y Lemon, P.W.R. (2022). Ester Supplementation Improves Some Aspects of Cognitive Function during a Simulated Soccer Match after Induced Mental Fatigue. *Nutrients*, 14, 1-12. <https://doi.org/10.3390/nu14204376>
- Sousa, A., Ahmad, SL., Hassan, T., Yuen, K., Douris, P., Zwibel, H. y DiFrancisco-Donoghue, J. (2020). Physiological and Cognitive Functions Following a Discrete Session of Competitive Esports Gaming. *Frontiers in Psychology*, 11, 1-6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01030>
- Tavares da Silva, T. (2019). Ethical issues in the practice of sports medicine in the contemporary world. *Revista Bioética*, 27(1), 62-66. <https://www.scielo.br/j/bioet/a/TsZhY5GkgKtYM5KRMNj4K3R/?format=pdf&lang=en>
- Triviño, JL. (2019). El deporte en una sociedad transhumanista y la necesidad de un fair play tecnológico. *Materiales para la Historia del Deporte*, (19), 117-129. http://polired.upm.es/index.php/materiales_historia_deporte/article/view/4018/4227
- Vargas-Mendoza, N., Fregoso-Aguilar, T., Madrigal-Santillán, E., Morales-González, Á. y Morales-González, JA. (2018). Ethical Concerns in Sport: When the Will to Win Exceed the Spirit of Sport. *Behavioral Sciences*, 8(9), 78 <https://doi.org/10.3390/bs8090078>
- Vera, O. (2009). Cómo escribir artículos de revisión. *Revista Médica La Paz*, 15(1), 63-69. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-89582009000100010&lng=es&tlng=es
- Von Schondorf-Gleicher, A., Mochizuki, L. y Orvieto, R. (2022). Revisiting selected ethical aspects of current clinical in vitro fertilization (IVF) practice. *Journal of Assisted Reproduction and Genetic*, 39, 591-604. <https://doi.org/10.1007/s10815-022-02439-7>
- Xiao, S., Wang, B., Yu, C. et ál. (2022). Effects of intervention combining transcranial direct current stimulation and foot core exercise on sensorimotor function in foot and static balance. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 19(98), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12984-022-01077-5>