

# Estimulación cerebral y rendimiento deportivo: enfoques y límites

Modificación de actividad del sistema nervioso mediante procedimientos físicos o biológicos; en esta lectura se examinan técnicas de estimulación descritas en el corpus.

Autoría: EDUFISICA

Publicación: 2026-10-15

Versión del contenido: 2026-10-15

Módulo: Tecnologías y líneas de investigación

Nivel propuesto: Avanzado

Lectura estimada: 23 min · 4908 palabras de cuerpo

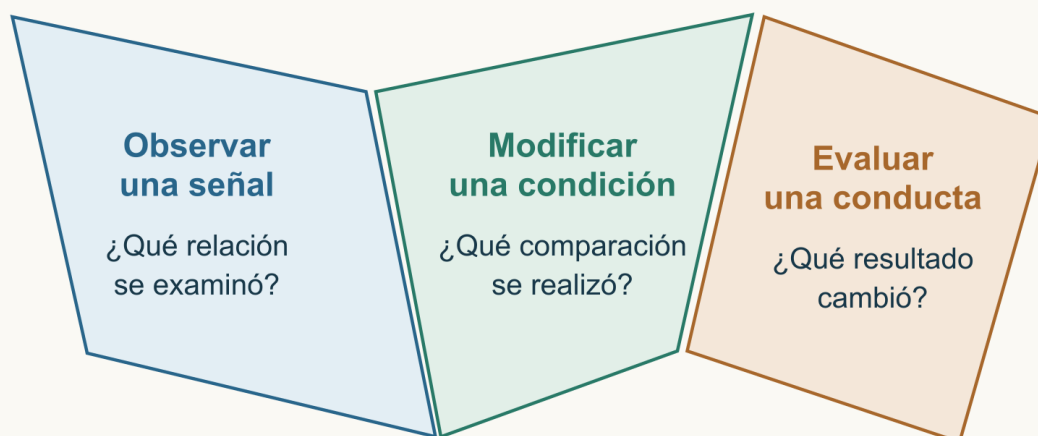
## Resumen

Las técnicas de estimulación cerebral y nerviosa reúnen procedimientos diferentes y preguntas que abarcan mecanismos, tareas motoras y posibles aplicaciones deportivas. Esta monografía explica los principios generales de corriente directa, corriente alterna, ruido aleatorio, estimulación magnética y estimulación del vago. Conserva las medidas específicas de estudios relatados y el desacuerdo entre revisiones, sin transformar un caso piloto o un cambio muscular en mejora general de competición. La psicofisiología deportiva aporta una agenda sobre interacción entre cerebro, corazón y conducta. La neurobiología de integración se utiliza como comparación metodológica general para distinguir redes, experiencia e inferencia inversa. El debate ético mantiene su contexto histórico. La lectura delimita evidencia, propuestas y transferencias sin ofrecer dosis, montajes o instrucciones individuales de uso.

Palabras clave: estimulación cerebral; neuromodulación; tDCS; TMS; tVNS; rendimiento deportivo; inferencia inversa

<https://edufisica.com/enciclopedia/psicologia-deportiva/estimulacion-cerebral-y-rendimiento-deportivo-enfoques-y-limites.html>

## Una investigación puede plantear objetivos diferentes



Tres objetivos que pueden coexistir en un estudio.  
La presencia de uno no demuestra los resultados de los otros.

[Inferencia] Organización editorial de objetivos de investigación. Los planos carecen de flechas porque un registro neural, una intervención y una consecuencia deportiva requieren evidencia propia. No son etapas necesarias ni equivalentes.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Giulia Prete, Maurizio Bertollo y Luca Tommasi (2021); Maurizio Bertollo, Marika Berchicci y Selenia di Fronso (2021).

## Estimular, medir y mejorar representan objetivos diferentes

Las técnicas de estimulación cerebral y nerviosa examinadas por Prete, Bertollo y Tommasi buscan modificar actividad del sistema nervioso mediante intervenciones físicas. El capítulo reúne procedimientos eléctricos transcraneales, estimulación magnética transcraneal y estimulación transcutánea del nervio vago. Los compara por su funcionamiento y por la investigación relatada sobre movimiento y deporte. Su balance pertenece al libro de 2021 y conserva resultados contradictorios, posibilidades de aplicación y preguntas que todavía requerían investigación en ese marco.<sup>[1]</sup>

Una primera distinción separa observar actividad de intervenir sobre ella. Registrar una señal eléctrica, una respuesta hemodinámica o una conducta puede mostrar relaciones entre variables. Aplicar una estimulación introduce otro tipo de procedimiento. La pregunta sobre su efecto requiere examinar qué cambió, respecto de qué comparación y en qué condiciones. La semejanza de vocabulario entre neuroimagen, neurofeedback y neuroestimulación no vuelve equivalentes sus métodos ni la fuerza de sus conclusiones.<sup>[1][2]</sup>

El rendimiento tampoco constituye una sola variable. El capítulo relata trabajos sobre conectividad funcional, tiempo de reacción, contracción muscular, coordinación, tolerancia al ejercicio y precisión de tiro. Esos resultados se relacionan con componentes de actividad motora, pero conservan unidades distintas. Un cambio en una medida muscular no demuestra automáticamente una mejora en las decisiones, la ejecución técnica o el resultado global de un partido. Interpretar la investigación exige conservar la variable que realmente se examinó.<sup>[1]</sup>

La comparación con Di Domenico y Ryan aporta otra distinción. Su capítulo trata procesos integradores de autorregulación y revisa neurociencia motivacional general. Analiza cómo experiencias y procesos psicológicos podrían relacionarse con sistemas biológicos. No evalúa estimulación cerebral para mejorar deportistas. Su función en esta monografía es ayudar a interpretar relaciones entre cerebro y experiencia, especialmente el riesgo de atribuir a una señal o a una región un significado psicológico único.<sup>[3]</sup>

[Inferencia] Un ejemplo hipotético muestra las tres preguntas. Un laboratorio observa actividad durante una tarea; otro modifica una condición de estimulación; un tercero evalúa una consecuencia deportiva posterior. Cada proyecto podría aportar información útil, pero las conclusiones dependerían de sus medidas y comparaciones. El mapa introductorio separa medición, modulación y desempeño para hacer visible esa diferencia. Su propósito es ordenar la lectura, sin proponer un recorrido inevitable desde un cambio neural hasta una mejora en competición.

## De los antecedentes históricos a familias de procedimientos

Prete y colaboradores sitúan antecedentes de estimulación eléctrica en trabajos de Galvani y Volta y en aplicaciones médicas de los siglos posteriores. El recorrido histórico incluye cambios de métodos, intensidades y objetivos. Su función es explicar el desarrollo del campo; la antigüedad de una aplicación no constituye evidencia de eficacia en deporte. Los ejemplos clínicos del capítulo pertenecen a sus propias poblaciones y no equivalen a experimentos sobre atletas sanos o rendimiento competitivo.<sup>[1]</sup>

La estimulación eléctrica transcraneal agrupa procedimientos que difieren en la forma temporal de la corriente. El capítulo distingue corriente directa, corriente alterna y ruido aleatorio. La estimulación magnética utiliza un campo para inducir corriente, mientras la estimulación del vago actúa mediante una vía nerviosa diferente de la aplicación transcraneal. Esta clasificación describe principios generales. No es una clasificación de técnicas ordenadas por beneficio ni una comparación que demuestre cuál sería preferible para una persona o habilidad concreta.<sup>[1]</sup>

El origen clínico de determinadas líneas aparece repetidamente en la revisión. Se mencionan rehabilitación, dolor y otros problemas neurológicos como contextos de investigación. Es necesario conservar esa procedencia cuando se discute su relación con tareas motoras. Una alteración clínica, una tarea de dedos en laboratorio y una modalidad deportiva presentan problemas distintos. El capítulo utiliza esos antecedentes para explicar mecanismos y posibilidades, sin que su inclusión permita intercambiar poblaciones o trasladar directamente conclusiones de tratamiento a mejora deportiva.<sup>[1]</sup>

Las figuras originales del capítulo muestran dispositivos, montajes y formas de señal para diferenciar procedimientos. Aquí esas diferencias se expresan mediante categorías conceptuales y preguntas sobre evidencia. El propósito editorial es comprender qué tipo de intervención se estudia y qué resultado se relata. Las ilustraciones propias no reproducen posiciones de aplicación, parámetros de uso o instrucciones para operar equipos. La delimitación responde al alcance del capítulo, que reconoce escasez de evidencia deportiva y dificultad para proponer guías específicas.<sup>[1]</sup>

[Inferencia] En una ficha de lectura hipotética, el nombre de una técnica ocuparía un campo distinto de la población y del objetivo del estudio. Así, una misma etiqueta podría aparecer en investigaciones de mecanismos básicos, aplicaciones clínicas o desempeño de atletas, sin que compartirla equiparase las conclusiones. Esta separación permite seguir el desarrollo histórico con precisión y comprender por qué un procedimiento puede tener una trayectoria de investigación extensa mientras una aplicación deportiva particular todavía necesita evaluación propia.

## Corriente directa: modulación contextual y resultados específicos

La estimulación transcraneal por corriente directa, o tDCS, se presenta en el capítulo como una intervención que modifica propiedades de excitabilidad neuronal. Prete y colaboradores describen cambios de potenciales de membrana que influyen sobre la frecuencia de actividad de neuronas implicadas en una tarea. Explican que el procedimiento no basta para activar por sí solo una región como si se encendiera un interruptor. La actividad existente y la tarea forman parte de la interpretación de sus efectos.<sup>[1]</sup>

El capítulo distingue polaridad y describe orientaciones excitadoras o inhibitoras en su explicación introductoria. También reconoce que los resultados dependen de varias características del procedimiento. Esa dependencia importa porque las etiquetas generales simplifican una intervención cuyas condiciones varían entre estudios. La descripción del mecanismo no permite deducir un efecto uniforme sobre

cualquier habilidad, ni transforma la estimulación de una zona relacionada con movimiento en una mejora necesaria del movimiento que interesa estudiar.<sup>[1]</sup>

Entre los antecedentes relatados figura un estudio de Polanía y colaboradores sobre movimientos de dedos y conectividad funcional. El capítulo compara movimiento con estimulación, movimiento solo y estimulación sola, y describe cambios en redes motoras. Otros trabajos reseñados pertenecen a rehabilitación después de accidente cerebrovascular o a imaginería motora. Conectividad, ejecución de una tarea y recuperación clínica conservan objetos diferentes. Ninguno debe presentarse como si hubiese medido directamente un resultado competitivo de atletas en todos esos contextos.<sup>[1]</sup>

La revisión incluye tareas bimanuales, tiempos de reacción, resistencia muscular y tolerancia al ejercicio. Su interés consiste en mostrar diversidad de resultados examinados y posibles vías de relación con deporte. Sin embargo, esa diversidad exige evitar un resultado compuesto imaginario llamado «mejora cerebral». Para interpretar una afirmación hay que recuperar qué tarea se realizó y qué variable cambió. El propio capítulo introduce revisiones con resultados contrapuestos sobre fuerza y otros índices de desempeño, de modo que la descripción favorable de un estudio no representa todo el balance.<sup>[1]</sup>

[Inferencia] Supongamos que un trabajo hipotético encontrara cambios en una señal neural durante una tarea simple. La pregunta siguiente sería si esos cambios se acompañaron de una diferencia conductual, y después si esa diferencia guarda relación con una actividad deportiva definida. Cada pregunta requeriría su propia observación. Este ejemplo no niega la posible utilidad del primer resultado; muestra por qué explicar un mecanismo y demostrar una consecuencia práctica son logros distintos dentro de una misma línea de investigación.

## Los ejemplos deportivos conservan sus medidas y sus discrepancias

Prete y colaboradores relatan un trabajo de Hazime y colaboradores con ocho jugadores de balonmano que examinó contracción isométrica máxima de músculos rotadores del hombro. Se describen cambios en momentos posteriores y diferencias entre rotación interna y externa. La variable estudiada fue una medida muscular concreta. El relato no ofrece por sí solo una demostración de mejora de lanzamiento en partido, precisión bajo oposición o rendimiento global del equipo. Conservar esa unidad evita ampliar un resultado más allá de lo que informa la fuente.<sup>[1]</sup>

Otro ejemplo, de Liu y colaboradores, comparó condiciones de estimulación en remeros profesionales durante un periodo de sesiones. El capítulo relata cambios en medidas de desempeño y coordinación interhemisférica, junto con ausencia de efecto

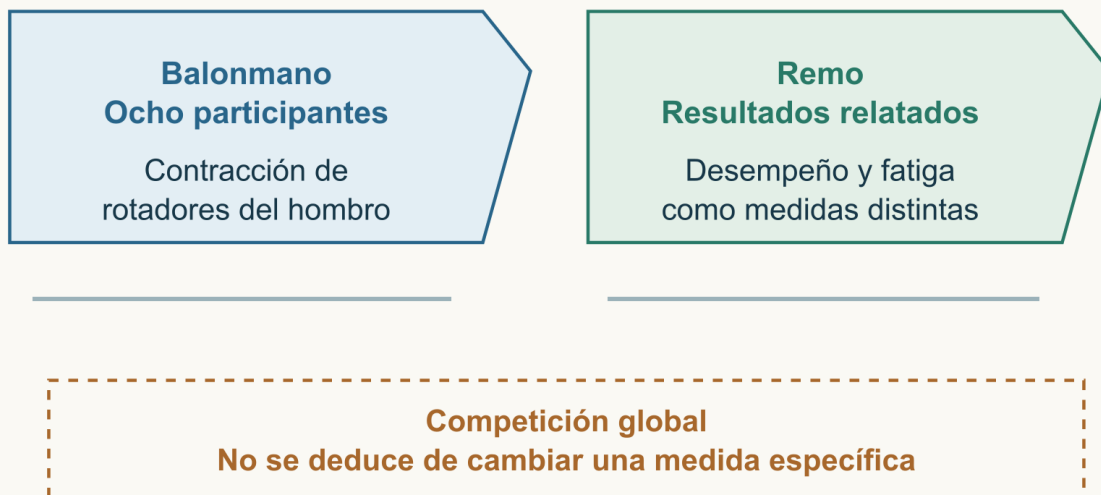
en fatiga percibida. Esta separación merece mantenerse: una variable de desempeño y la sensación de fatiga no son intercambiables. El material resumido tampoco permite completar por cuenta propia detalles de comparación o control que no aparecen en la exposición del capítulo.<sup>[1]</sup>

La revisión reconoce desacuerdo entre síntesis de investigación. Algunas informaron efectos favorables sobre fuerza muscular y otras efectos nulos sobre tipos de fuerza y distintos índices de rendimiento. Las referencias son estudios secundarios consultados a través del capítulo. La monografía no recalcula sus resultados ni incorpora una síntesis independiente de sus diseños. La conclusión que permite esta lectura es que el balance presentado en 2021 era heterogéneo, con resultados que no sostienen una promesa uniforme.<sup>[1]</sup>

El capítulo contiene además una discrepancia interna que exige cautela editorial. En un pasaje general incluye taekwondo dentro de una enumeración favorable y cita a Mesquita y colaboradores de 2019. Sin embargo, la referencia del mismo libro titula ese trabajo como empeoramiento del desempeño relacionado con taekwondo. El texto y el título bibliográfico no autorizan presentar ese ejemplo como mejora demostrada. La discrepancia se conserva como límite del material consultado; no se inventan detalles para resolverla ni se afirma haber revisado el estudio original.<sup>[1]</sup>

[Inferencia] Una tabla de lectura podría registrar por separado población, medida, dirección relatada y limitaciones de cada ejemplo. Si una fila conserva «contracción muscular» y otra «fatiga percibida sin cambio», el lector puede reconocer qué aporta cada resultado sin sumarlos como si fueran una única puntuación. La comparación visual correspondiente muestra esa separación de resultados, sin dibujar tamaños de efecto, porcentajes o curvas que los capítulos no proporcionan de manera suficiente para una reconstrucción independiente.

## Los resultados se conservan dentro de su tarea



Separación de desenlaces; sin tamaños de efecto ni equivalencias inventadas.

[Inferencia] Resumen conceptual de ejemplos relacionados por Prete y colaboradores. El estudio de balonmano examinó contracción muscular; el de remo separó desempeño y fatiga percibida. La figura no dibuja datos ni afirma superioridad de una técnica.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Giulia Prete, Maurizio Bertollo y Luca Tommasi (2021).

## Corriente alterna y ruido aleatorio: distinciones sin atajos de eficacia

El capítulo distingue tACS, estimulación transcraneal por corriente alterna, y tRNS, estimulación transcraneal por ruido aleatorio. La primera utiliza una variación oscilatoria y la segunda incorpora variación aleatoria de características de la señal. Esta diferencia permite reconocer que la forma temporal de la intervención es parte del procedimiento. No equivale a que una señal más compleja sea más eficaz, ni a que todos los resultados obtenidos con una modalidad puedan atribuirse a otra por pertenecer a la misma familia eléctrica.<sup>[1]</sup>

Prete y colaboradores describen estudios de excitabilidad, actividad cortical y tareas motoras. En algunos casos las respuestas varían según las características de estimulación y la medida utilizada. Esos antecedentes sirven para mostrar que los efectos no se comprenden mediante una etiqueta única de activación o inhibición. Una modificación de actividad no informa por sí sola de su valor funcional para el

resultado que se busca, especialmente cuando las tareas y poblaciones difieren de la aplicación deportiva propuesta.<sup>[1]</sup>

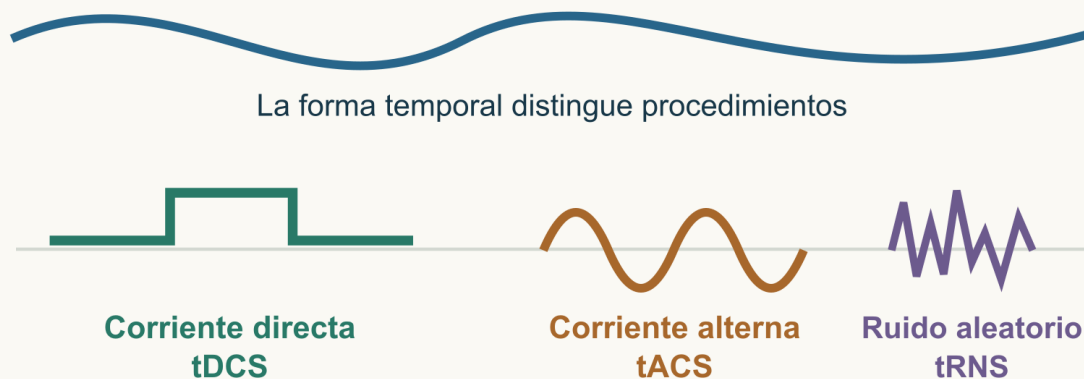
La revisión relata un trabajo sobre coordinación bimanual y actividad oscilatoria tras estimulación alterna. Relaciona el resultado con medidas de actividad cerebral, conservando el contexto motor específico. También cita un estudio piloto de ruido aleatorio en un tirador experto de pistola de aire. La singularidad del participante y el carácter piloto son parte de la evidencia. Su inclusión no permite estimar un beneficio típico para tiradores, identificar quién respondería de la misma manera o establecer eficacia en competición.<sup>[1]</sup>

Los autores cierran este apartado señalando que las consecuencias de tRNS y tACS sobre rendimiento deportivo requieren más exploración y que las conclusiones de aplicación eran prematuras en el balance presentado. Esa cautela forma parte del contenido del capítulo, junto con sus descripciones de mecanismos y resultados iniciales. Una lectura que seleccionara solo los ejemplos prometedores cambiaría el sentido de la revisión al omitir la evaluación explícita que los propios autores ofrecen sobre su alcance.<sup>[1]</sup>

[Inferencia] En un ejemplo hipotético, encontrar una diferencia de actividad en una tarea bimanual motivaría preguntas sobre su relación con la conducta, su estabilidad y su reproducción. Si la aplicación pretendida fuera precisión de tiro, habría que estudiar además esa habilidad y su entorno. El recorrido entre ambos contextos contiene hipótesis que necesitan contraste. El gráfico didáctico de esta sección diferencia tipos de señal mediante patrones abstractos sin ejes, frecuencias, amplitudes, montajes o instrucciones de aplicación.

## Una familia de técnicas conserva diferencias de señal

### Familia eléctrica transcraneal



Trazos abstractos para comparar nombres.  
Sin escala, frecuencia, intensidad, dosis o montaje.

No representan señales experimentales ni instrucciones de aplicación.

[Inferencia] Comparación gráfica original de principios temporales, sin reproducir el montaje y las formas técnicas de la figura 13.1. Los trazos solo ayudan a distinguir categorías; no permiten programar una estimulación ni representan efectos neuronales.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Giulia Prete, Maurizio Bertollo y Luca Tommasi (2021).

## La estimulación magnética también es una herramienta de investigación

La estimulación magnética transcraneal, o TMS, utiliza un campo magnético para inducir corriente y modificar actividad cortical. Prete y colaboradores distinguen modalidades de pulsos y procedimientos repetitivos, y explican que las respuestas dependen de condiciones de aplicación. La técnica puede utilizarse para investigar funcionamiento motor, además de suscitar preguntas sobre modificación de desempeño. Distinguir esos objetivos evita interpretar cada estudio que utiliza TMS como un ensayo de mejora deportiva.<sup>[1]</sup>

El capítulo compara su resolución espacial, requerimientos y portabilidad con procedimientos eléctricos. Esas descripciones pertenecen al contexto de los equipos y usos que revisa la obra. Su afirmación central para la práctica es que la TMS requiere recursos especializados y localización precisa de la zona de interés. No se presenta como una herramienta para uso autónomo. Aquí esa delimitación ayuda a

entender la diferencia entre explicar un método y proporcionar indicaciones para administrarlo a una persona.<sup>[1]</sup>

Entre las líneas de investigación relatadas aparecen respuestas motoras ante observación de acciones, anticipación en dominios deportivos y consecuencias de fatiga. Comparar respuestas de atletas y otras personas permite formular preguntas sobre experiencia y sistema motor. Sin embargo, una diferencia durante observación de acciones no demuestra que estimular produzca mejor anticipación en partido. El capítulo mantiene abierta la relación entre investigación básica de mecanismos y mejora efectiva de rendimiento deportivo.<sup>[1]</sup>

La comparación con Di Domenico y Ryan permite precisar por qué modificar o registrar actividad no ofrece una lectura psicológica automática. Su capítulo general recuerda que un acontecimiento fisiológico puede relacionarse con varios fenómenos psicológicos, y un fenómeno psicológico con varios eventos fisiológicos. La interpretación depende de tarea y red de relaciones. Aunque esa fuente no estudia TMS deportiva, aporta un principio metodológico para evitar que una respuesta de una región se convierta en explicación completa de una experiencia o una habilidad.<sup>[3]</sup>

[Inferencia] En una tarea hipotética de anticipación, un cambio al intervenir en un sistema podría aportar información sobre su contribución bajo esas condiciones. Para hablar de utilidad aplicada todavía habría que considerar la conducta medida, las comparaciones y la actividad deportiva de interés. La diferencia entre herramienta para investigar y herramienta para mejorar no se resuelve por el nombre del dispositivo. Depende de qué pregunta se examinó y de qué evidencia sostiene el uso que se pretende derivar del estudio.

## Estimulación del vago: una vía distinta y una agenda de posibilidades

La estimulación del nervio vago tiene una trayectoria clínica que el capítulo distingue de modalidades transcutáneas. La revisión explica que esta vía puede relacionarse con regiones corticales y subcorticales mediante conexiones nerviosas. Esa descripción ofrece un marco para comprender por qué los autores la incluyen en una discusión de neuromodulación. Su origen y su funcionamiento no constituyen una demostración de mejora deportiva, y las modalidades invasivas y transcutáneas no deben tratarse como si fueran el mismo procedimiento.<sup>[1]</sup>

Prete y colaboradores señalan que los mecanismos exactos de la estimulación transcutánea todavía no estaban completamente comprendidos en el balance que exponen. Revisan explicaciones relacionadas con sistemas de activación y neurotransmisores y enlazan esas ideas con hipótesis sobre selección de respuestas y

aprendizaje motor. El paso desde esa explicación a una aplicación en deporte se formula como posibilidad. El capítulo no aporta un resultado deportivo general que permita reemplazar el lenguaje de propuesta por una afirmación de eficacia establecida.<sup>[1]</sup>

Bertollo, Berchicci y di Fronso incluyen estimulación del vago dentro de una agenda más amplia de interacción corazón y cerebro. Plantean combinarla con medidas de variabilidad cardiaca, potenciales evocados por latidos y biofeedback para investigar vías aferentes y procesos cognitivos. Su discusión pertenece a preguntas aplicadas del libro de 2021. Mantener esa ubicación evita presentar las combinaciones imaginadas como protocolos que ya hubiesen demostrado todos los efectos de entrenamiento que los autores esperan estudiar.<sup>[2]</sup>

La relación entre una vía biológica y una función psicológica también conserva alternativas. La regulación de activación, atención, emoción y conducta forma parte de redes interdependientes en la discusión psicofisiológica. Identificar una conexión relevante no reduce una habilidad deportiva a un nervio ni permite deducir la experiencia individual desde una señal aislada. El capítulo sobre integración de Di Domenico y Ryan ayuda a sostener esta cautela al enfatizar redes distribuidas y relaciones dependientes de la situación.<sup>[2][3]</sup>

[Inferencia] Un programa hipotético de investigación podría preguntar primero qué proceso se pretende estudiar y después qué medida permitiría examinarlo. Si el objetivo fuera aprendizaje motor, harían falta resultados de aprendizaje; si fuera comprender una vía fisiológica, harían falta comparaciones pertinentes a esa vía. La elección de una tecnología no decide por sí sola ambas preguntas. Este ejemplo organiza hipótesis de lectura y no propone una intervención, una combinación técnica o una indicación de uso para deportistas.

## Una señal biológica admite más de un significado psicológico

Di Domenico y Ryan examinan procesos integradores como desarrollo y coordinación de capacidades de autorregulación autónoma. Su revisión pertenece a neurociencia motivacional general e incluye decisiones personales, identidad y relaciones. Esa perspectiva no presenta una técnica de estimulación para generar autonomía. Su aportación aquí es conceptual: una función psicológica compleja requiere definir aspectos concretos y estudiar cómo se relacionan con diversos sistemas, en lugar de buscar una región que contenga por sí sola toda la experiencia.<sup>[3]</sup>

Los autores señalan dos correspondencias que impiden una lectura simple. Un mismo fenómeno psicológico puede asociarse con varios eventos fisiológicos y un evento fisiológico con diversas experiencias. Además, algunas relaciones pueden depender de la situación. La actividad prefrontal medial, por ejemplo, puede participar en tareas autorreferenciales y variar de otra manera en experiencias de absorción que

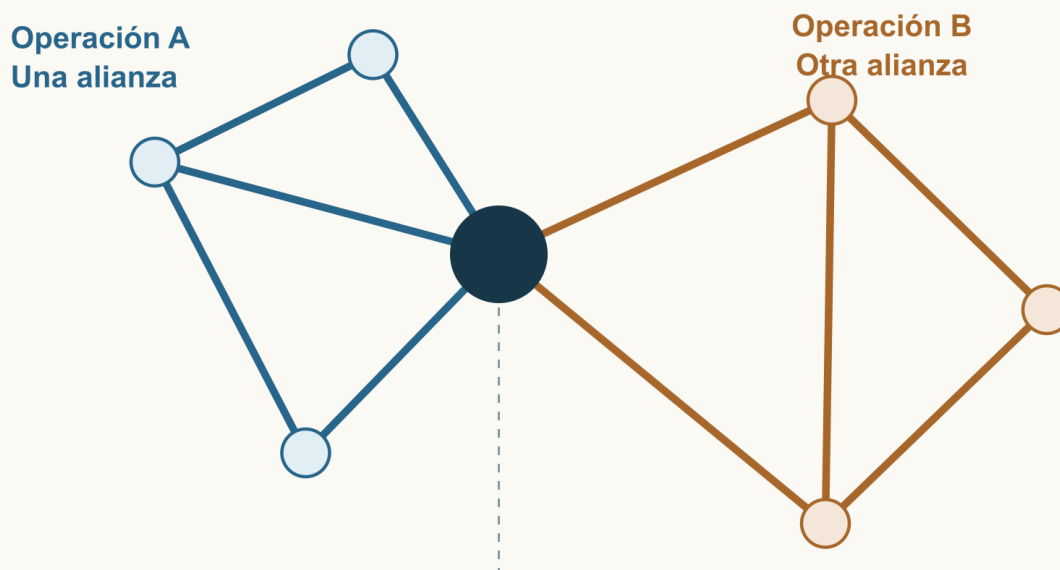
no exigen reflexión sobre uno mismo. La función se interpreta en el contexto de la tarea y de sus relaciones con otros componentes.<sup>[3]</sup>

La inferencia inversa consiste en partir de actividad de una región y concluir que está ocurriendo un proceso psicológico porque otras investigaciones los habían relacionado. El capítulo ilustra el problema con actividad cingulada y atribución de dolor social, cuando esa actividad también se vincula con conflicto o errores. Los autores no descartan toda inferencia de este tipo; señalan que, reconocida como tal, puede generar hipótesis contrastables. El problema aparece cuando la hipótesis se presenta como identificación directa de experiencia.<sup>[3]</sup>

La revisión propone alianzas específicas de procesos: agrupaciones flexibles de regiones que colaboran en operaciones determinadas. Una región puede contribuir a conjuntos diferentes según sus interacciones. Esta propuesta permite distinguir integración de decisiones, memoria e identidad sin postular un centro único del yo. El contexto de estudio sigue siendo general. Su uso como comparación metodológica no demuestra que una intervención sobre una zona produzca una autorregulación deportiva más autónoma o un rendimiento superior.<sup>[3]</sup>

[Inferencia] Si un estudio hipotético encontrara un cambio prefrontal junto con mejor ejecución, todavía habría que precisar qué proceso se estudió y qué explicaciones alternativas conserva el diseño. Llamar al resultado «más autonomía» requeriría una definición y medidas pertinentes de autonomía, además del registro biológico. La figura de esta sección representa una región participando en relaciones distintas, con nombres de preguntas y sin anatomía detallada. Su equivalencia textual es que la interpretación depende de la operación y del conjunto de relaciones estudiadas.

## El significado de un nodo depende de sus relaciones



Una misma región puede contribuir  
a operaciones diferentes según sus relaciones  
Red conceptual sin localización anatómica, conectividad medida o causalidad.

[Inferencia] Analogía propia de alianzas específicas de procesos en investigación motivacional general. No es un mapa cerebral, una reconstrucción de conectividad ni una propuesta de localización para estimular. La interpretación conserva tarea y red como contexto.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Stefano I. Di Domenico y Richard M. Ryan (2023).

## La interacción mente y cuerpo exige conservar el diseño

Bertollo y colaboradores presentan la psicofisiología deportiva como estudio de relaciones entre estados psicológicos, respuestas fisiológicas y conducta. Destacan comunicación entre cerebro, corazón y músculo y la posibilidad de registrar señales durante tareas próximas al deporte. Este objeto permite situar estimulación junto a otros métodos sin confundirlos. Un registro puede describir o relacionar señales, mientras una intervención introduce una condición cuya consecuencia debe examinarse con comparaciones apropiadas.<sup>[2]</sup>

Entre las medidas descritas figuran electroencefalografía, electrocardiografía y electromiografía. El capítulo dedica especial atención a la variabilidad cardíaca y a los potenciales evocados por latidos, que requieren sincronizar señales cerebrales y cardíacas. Esos métodos aportan preguntas sobre comunicación y procesamiento corporal. El hecho de combinar registros no vuelve transparente toda la relación entre mente y cuerpo; los autores mantienen una agenda de fiabilidad, validez ecológica, interpretación teórica y posibles aplicaciones.<sup>[2]</sup>

La fatiga y la percepción de esfuerzo aparecen como problemas multidimensionales. La revisión considera señales corporales, procesos cognitivos, motivación y demandas del entorno. Su discusión formula preguntas sobre esfuerzos y cargas cardiovasculares, recuperación e interacción entre sistemas. Una propuesta de modulación que se apoye en ese marco conserva la necesidad de estudiar cómo se relacionan sus componentes. La disponibilidad de una medida de actividad neural no permite reducir fatiga percibida, recuperación y desempeño a un mismo indicador.<sup>[2]</sup>

El capítulo proyecta intervenciones que integren registros, biofeedback, realidad virtual y otras metodologías dentro de una perspectiva amplia de autorregulación. La redacción de esas posibilidades es prospectiva en varios pasajes. Algunas frases expresan expectativas favorables de los autores, mientras las secciones se organizan como preguntas para mover el campo. La monografía conserva ese estatus y no convierte el objetivo de aprender a modular señales en un resultado ya demostrado de toda combinación tecnológica mencionada.<sup>[2]</sup>

[Inferencia] Una lectura comparativa podría distinguir tres columnas: qué se registra, qué se modifica y qué conducta se examina. En un proyecto hipotético, las tres podrían estar presentes o solo algunas. Una ausencia relevante limita la conclusión posible: observar asociación no documenta necesariamente el efecto de intervenir, y modificar una señal no acredita por sí solo la consecuencia deportiva deseada. Esta organización ayuda a leer trabajos diferentes con preguntas compatibles, sin imponer que todos deban emplear el mismo diseño o dispositivo.

## Cómo cambia la conclusión cuando cambia el diseño

La comparación general de Di Domenico y Ryan permite examinar un estudio cuyo objeto difiere de la estimulación. El capítulo relata una investigación de Di Domenico y colaboradores de 2013 con 64 estudiantes universitarios. Antes de registrar actividad, los participantes valoraron cuánto disfrutarían diversas ocupaciones. Después se construyeron pares con preferencias similares o diferentes, para producir condiciones de mayor o menor conflicto decisional dentro de cada persona. La pregunta se refería a decisiones personales y satisfacción de necesidades, no a rendimiento deportivo ni a una intervención eléctrica.<sup>[3]</sup>

Durante la tarea se utilizó espectroscopia funcional del infrarrojo cercano, o fNIRS, para estudiar una respuesta hemodinámica de corteza prefrontal medial. Quienes informaron mayor satisfacción de necesidades mostraron una diferenciación mayor entre decisiones de conflicto alto y bajo; los tiempos de respuesta también variaron en consonancia con ese patrón. El resultado fue compatible con la hipótesis de que el funcionamiento integrado incluye movilizar conocimiento de uno mismo ante elecciones difíciles. La compatibilidad con una hipótesis conserva una función distinta de demostrar todos sus componentes causales.<sup>[3]</sup>

El diseño combinó una manipulación de dificultad decisional con una medida de diferencias entre personas en satisfacción de necesidades. Esa estructura importa: asignar condiciones de conflicto no equivale a asignar niveles de satisfacción cotidiana. Tampoco el registro hemodinámico constituye una estimulación. El propio capítulo mantiene como pregunta posterior si la actividad durante decisiones personales se acompaña fenomenológicamente de sentimientos de autonomía. Es una cuestión que el resultado inicial sugiere investigar, sin sustituir la medición de la experiencia por una lectura directa del cerebro.<sup>[3]</sup>

Di Domenico y Ryan distinguen además comportamiento típico y desempeño ante una exigencia concreta. Un cuestionario sobre un ámbito cotidiano puede describir cómo suele regularse una persona; una tarea de laboratorio puede desafiar su capacidad de resolver un conflicto en ese momento. Los dos enfoques ofrecen información y conservan referentes distintos. Comparar sus resultados requiere reconocer esa diferencia antes de atribuir una discrepancia a error de un instrumento. La distinción también ayuda a interpretar qué cambia cuando un estudio pasa de experiencias informadas en la vida diaria a una conducta producida bajo condiciones experimentales definidas.<sup>[3]</sup>

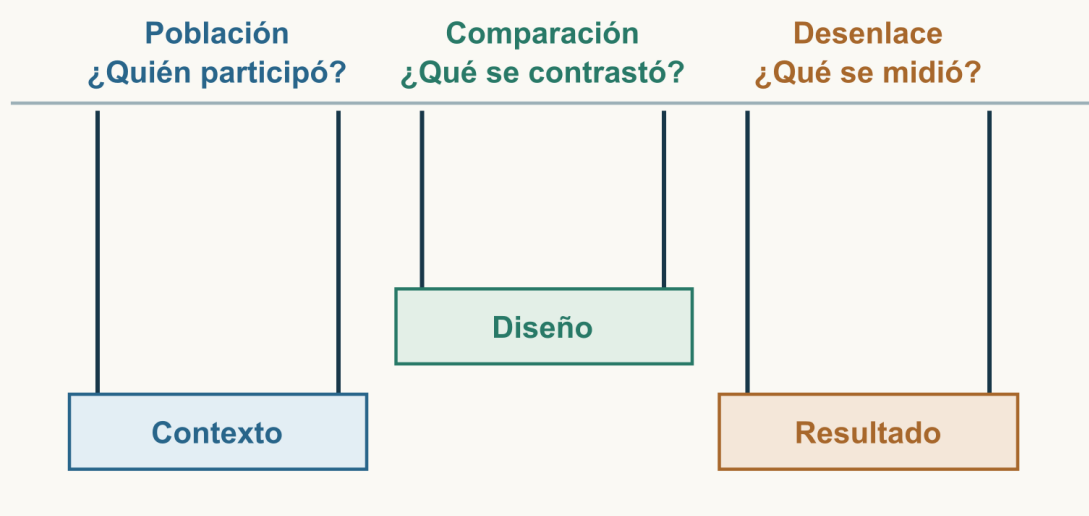
El contraste con los ejemplos motores de Prete y colaboradores muestra que «estudio del cerebro» reúne preguntas diferentes. En el trabajo general, una respuesta biológica se utiliza para examinar una hipótesis psicológica. En el estudio piloto del tirador se relata una intervención y una medida de desempeño individual. En las revisiones de fuerza se sintetizan resultados de trabajos previos. La palabra evidencia puede aplicarse a los tres materiales, pero su contribución concreta depende de qué comparan, qué miden y qué alternativas permiten examinar.<sup>[1][3]</sup>

La temporalidad introduce otra diferencia. Algunos ejemplos del capítulo de estimulación examinan cambios durante o después de una aplicación; otros se relacionan con aprendizaje y retención de experiencias motoras. La sección ética señala que un efecto buscado durante aprendizaje podría preceder a la competición. Eso no demuestra que cualquier cambio observado en laboratorio se conserve hasta competir. Para interpretar una duración hay que recuperar cuándo se midió el desenlace, qué actividad ocurrió entre medidas y qué seguimiento contiene realmente la fuente, sin completar intervalos que no fueron documentados.<sup>[1]</sup>

[Inferencia] Consideremos un ejemplo hipotético con tres informes. Uno comunica una diferencia inmediata de actividad; otro, un resultado muscular posterior; el tercero, una consecuencia en una tarea deportiva al repetirla. Antes de ordenarlos como si fueran etapas de progreso, habría que comprobar si estudian la misma población, si la conducta es comparable y si cada comparación responde a su pregunta. Pueden ser resultados independientes que aclaran problemas distintos. También podrían sugerir una cadena de hipótesis, pero esa cadena necesitaría pruebas en cada relación antes de describirse como un mecanismo establecido.

[Inferencia] La lectura gana precisión si formula una conclusión ajustada y luego una pregunta nueva. «Se observó esta diferencia en esta condición» conserva la observación; «¿aparecería también al cambiar tarea o población?» conserva la transferencia como cuestión. «El patrón es compatible con esta explicación» mantiene la interpretación; «¿qué diseño distinguiría explicaciones alternativas?» plantea el siguiente trabajo. Este recurso de escritura no cambia el resultado de un estudio ni lo descarta por sus límites. Ayuda a reconocer exactamente qué aporta y qué paso adicional requeriría una afirmación más amplia sobre mejora deportiva.

## Una afirmación queda sujeta a las condiciones del estudio



La conclusión debe conservar las tres condiciones.  
 Las alturas no representan calidad ni magnitudes.  
 Esquema de lectura, sin escala de evidencia validada.

[Inferencia] Recurso editorial de lectura crítica, sin jerarquía de métodos ni puntuación validada. La geometría de suspensión recuerda que una conclusión conserva población, comparación y medida. No propone un ensayo ni instrucciones de intervención.

Esquema didáctico original de EDUFISICA. Bases conceptuales: Giulia Prete, Maurizio Bertollo y Luca Tommasi (2021); Stefano I. Di Domenico y Richard M. Ryan (2023).

## El debate ético no puede separarse de la calidad de la evidencia

Prete y colaboradores plantean el término neurodopaje para discutir el uso de estimulación con intención de mejorar rendimiento. Su pregunta compara ayudas externas, entrenamiento y modificación cerebral. También considera diferencias entre efectos buscados durante ejecución y efectos sobre aprendizaje previo. Se trata de un debate conceptual presentado por la fuente, no de una clasificación jurídica o reglamentaria actual. El nombre del debate no permite concluir por sí solo qué práctica está permitida en un país o competición.<sup>[1]</sup>

El capítulo incluye afirmaciones sobre organismos reguladores y seguridad vinculadas con el momento de su publicación. Esta monografía no las utiliza para establecer autorizaciones vigentes ni inocuidad universal. El propio cierre reconoce que la evidencia específica en deporte es limitada y que resulta difícil proponer guías de uso, y exige asesoramiento experto para la administración. Esa combinación exige leer con atención la diferencia entre un entusiasmo general del texto y los límites que admite para aplicaciones concretas.<sup>[1]</sup>

Las cuestiones éticas dependen también de qué beneficio se afirma. Si una intervención se presenta como mejora segura de competición cuando los resultados disponibles corresponden a una tarea de laboratorio o a un caso piloto, el problema comienza en la descripción de la evidencia. La revisión del capítulo permite examinar esa distancia mediante sus ejemplos y sus discrepancias. Hablar con precisión de población, variable y alcance es parte de una discusión que necesita comprender primero qué se sabe y qué se está proponiendo.<sup>[1]</sup>

La comparación general de Di Domenico y Ryan añade un límite de interpretación sobre experiencia y biología. Presentar una señal como medida inequívoca de autonomía o integración reduciría indebidamente el objeto psicológico. Los autores proponen relaciones entre procesos y redes, y conservan hipótesis que requieren contraste. Su enfoque permite discutir afirmaciones sobre modificación de personas sin convertir un marcador cerebral en una descripción total de sus valores, decisiones o calidad motivacional.<sup>[3]</sup>

[Inferencia] En una discusión hipotética de investigación, un participante podría necesitar comprender qué resultado se estudia, qué incertidumbre conserva y cuál es la función del procedimiento dentro del proyecto. Estas preguntas ilustran problemas de comunicación y delimitación; no constituyen un documento de consentimiento, asesoramiento legal ni un protocolo clínico. El capítulo permite identificar el debate y sus condiciones históricas. Una respuesta sobre reglas actuales exigiría otra clase de verificación, que no forma parte de la base científica utilizada aquí.

## Una comparación útil conserva mecanismo, población y desenlace

El conjunto de capítulos muestra por qué los resultados deben clasificarse por la pregunta que responden. Conectividad funcional, respuesta muscular, precisión en una tarea y experiencia subjetiva corresponden a niveles distintos. Prete y colaboradores ofrecen ejemplos de cada uno y reconocen heterogeneidad y escasez de evidencia deportiva para varias técnicas. Una conclusión proporcional a ese balance nombra lo examinado, sin convertir un mecanismo plausible o una enumeración de deportes en demostración general de mejora.<sup>[1]</sup>

Di Domenico y Ryan proponen distinguir procesos integradores concretos y estudiar sus redes y contextos. También discuten una estrategia que utiliza actividad cerebral relacionada con tareas para predecir resultados posteriores en la vida cotidiana. La presentan como vía de investigación aplicada. Esa propuesta no es un instrumento validado para pronosticar rendimiento de atletas, ni una justificación automática de programas de estimulación. Predicción, explicación y modificación siguen planteando preguntas diferentes aunque compartan medidas biológicas.<sup>[3]</sup>

Bertollo y colaboradores conservan cinco preguntas sobre interacción corazón y cerebro: fiabilidad de medición en entornos naturales, autorregulación y relaciones entre activación, emoción, atención y desempeño, interocepción y fatiga, intervenciones integradas y propuestas neurovisceroles cognitivas. La agenda es de 2021 y permanece como agenda. Su función es mostrar problemas metodológicos, teóricos y aplicados que deben precisarse, sin presentar las formulaciones como respuestas logradas ni actualizar su estado con evidencia ajena al corpus.<sup>[2]</sup>

[Inferencia] Una ficha editorial hipotética podría recoger el tipo de procedimiento, la población, la tarea, la comparación, el desenlace y el límite principal. Si el resultado fuera neural, se describiría como neural; si fuera muscular, como muscular; si fuera deportivo, se conservaría la actividad concreta evaluada. Esta ficha no es una escala validada. Es una forma de mantener visible la cadena de decisiones que sostiene una afirmación y de reconocer en qué paso aparece una transferencia todavía propuesta.

[Inferencia] La pregunta de cierre para cada afirmación sería qué evidencia adicional necesitaría una conclusión más amplia. Un caso individual puede motivar replicación; una diferencia de laboratorio puede motivar transferencia; una asociación puede motivar un diseño que examine alternativas causales. Este modo de leer permite interesarse por mecanismos y aplicaciones sin anticipar sus resultados. La estimulación cerebral se comprende mejor cuando la explicación de sus enfoques permanece vinculada con la evidencia que documenta cada uso y con las preguntas que las propias fuentes mantienen abiertas.

## Referencias bibliográficas

1. Prete, G., Bertollo, M., & Tommasi, L. (2021). Brain stimulation techniques and sports performance. En M. Bertollo, E. Filho y P. C. Terry (Eds.), *Advancements in mental skills training* (pp. 164-176). Routledge.

13. Brain Stimulation Techniques and Sports Performance

2. Bertollo, M., Berchicci, M., & di Fronso, S. (2021). Mind-body interaction in sport psychophysiology. En E. Filho e I. Basevitch (Eds.), *Sport, exercise and performance psychology: Research directions to advance the field*. Oxford University Press.

9. Mind-Body Interaction in Sport Psychophysiology

3. Di Domenico, S. I., & Ryan, R. M. (2023). Toward a neurobiology of integrative processes. En R. M. Ryan (Ed.), *The Oxford handbook of self-determination theory* (pp. 292-308). Oxford University Press.

14. Toward a Neurobiology of Integrative Processes

Fuentes y criterios editoriales: [edufisica.com/enciclopedia/psicologia-deportiva/fuentes-y-metodo.html](https://edufisica.com/enciclopedia/psicologia-deportiva/fuentes-y-metodo.html)