

TRABAJO FINAL DE GRADO

TRABAJO FINAL DE GRADO



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Revisión Bibliográfica:

Impacto del Entrenamiento Cognitivo sobre el Rendimiento Deportivo, funciones ejecutivas y su transferencia al rendimiento deportivo.

Estudiante: Clara Julia López Cuenca

Tutor académico: Tomás Urbán Infantes

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso académico: 2025 - 2026

Contenido	
1. Resumen	3
2. Abstract	4
3. Introducción	5
4. Metodología	7
5. Resultados	9
7. Discusión	17
8. Conclusiones	17
9. Propuesta de intervención	18
10. Referencias	21
Anexos	25



1. Resumen

El entrenamiento de los procesos perceptivo-cognitivos ha emergido como un componente vanguardista en la optimización del deportista, superando las limitaciones de los entornos de laboratorio tradicionales. El presente trabajo tuvo como objetivo revisar la evidencia científica actual sobre el impacto del entrenamiento cognitivo en las funciones ejecutivas centrales y su transferencia real hacia el rendimiento deportivo y las tareas motoras específicas. Para ello, se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices de la declaración PRISMA, consultando las bases de datos PubMed y Google Académico, e incluyendo ensayos controlados aleatorizados, estudios cuasi-experimentales e intervenciones longitudinales primarias publicadas entre 2016 y 2026.

Los resultados muestran que los programas basados en tecnologías inmersivas de Realidad Virtual (VR), sistemas de oclusión temporal por vídeo y dispositivos de luces de reacción LED logran mejoras significativas en los tres componentes centrales de las funciones ejecutivas: la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva. Sin embargo, el grado de transferencia al rendimiento real varía según la naturaleza de la intervención. Mientras que los softwares computarizados abstractos muestran una transferencia lejana limitada en situaciones dinámicas de juego, aquellas metodologías integradas (como las gafas estroboscópicas, el *Dual-Task* y el *Psycho Training*) que combinan la carga cognitiva con la fatiga física y la especificidad motora del deporte (especialmente en disciplinas de habilidades abiertas como el fútbol, baloncesto o deportes de combate) demuestran una transferencia directa, optimizando la velocidad de reacción técnica y la toma de decisiones tácticas en competición.

En conclusión, el entrenamiento cognitivo podría ser una herramienta eficaz para la mejora neurocognitiva del deportista, siempre que el diseño de las tareas mantenga una alta validez y especificidad motora. Los hallazgos proporcionan una base sólida para la detección de talento y el diseño de programas de optimización del rendimiento en el deporte de alta competencia.

Palabras clave: funciones ejecutivas; entrenamiento cognitivo; rendimiento deportivo; transferencia motora; toma de decisiones.

2. Abstract

Perceptual-cognitive training has emerged as a cutting-edge component in athlete optimization, overcoming the limitations of traditional laboratory environments. The aim of this study was to review the current scientific evidence on the impact of cognitive training on core executive functions and its actual transfer to sports performance and sport-specific motor tasks. To this end, a systematic review was conducted following the PRISMA statement guidelines, searching the PubMed and Google Scholar databases, and including randomized controlled trials, quasi-experimental studies, and primary longitudinal interventions published between 2016 and 2026.

The findings show that programs based on immersive Virtual Reality (VR) technologies, video-based temporal occlusion systems, and LED reaction light devices achieve significant improvements in the three core components of executive functions: working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility. However, the degree of transfer to real-world performance varies depending on the nature of the intervention. While abstract computer-based software shows limited distant transfer in dynamic game situations, integrated methodologies (such as stroboscopic glasses, Dual-Task, and Psycho Training) that combine cognitive load with physical fatigue and the motor specificity of the sport—especially in open-skill disciplines like soccer, basketball, or combat sports—demonstrate a direct transfer, optimizing technical reaction time and tactical decision-making during competition.

In conclusion, cognitive training could be an effective tool for the neurocognitive enhancement of athletes, provided that task design maintains high validity and motor specificity. These findings provide a solid foundation for talent identification and the design of performance optimization programs in high-performance sports.

Keywords: executive functions; cognitive training; sports performance; motor transfer; decision-making.

3. Introducción

La neurocognición se define como el conjunto de procesos mediante los cuales el sistema nervioso central recibe, procesa y responde a la información del entorno. Dentro de este marco, las funciones ejecutivas destacan como una familia de procesos mentales de "arriba hacia abajo" (top-down) necesarios cuando se requiere concentración y atención, especialmente en situaciones donde el instinto o el comportamiento automático resultan insuficientes ([Diamond, 2012](#)). Según el modelo de Diamond, existen tres componentes nucleares interrelacionados: el **control inhibitorio** (que permite resistir impulsos y distracciones), la **memoria de trabajo** (que posibilita mantener y manipular información en la mente) y la **flexibilidad cognitiva** (la capacidad de cambiar de perspectiva o de tarea ante demandas cambiantes) ([Diamond, 2012](#)).

La importancia funcional de estas capacidades radica en su rol crítico para ejecutar comportamientos adaptativos ante situaciones de alta incertidumbre. Estudios como el de Harris et al. han demostrado que, en entornos de alta presión, la capacidad del deportista para actualizar sus predicciones basadas en la evidencia sensorial es clave para mantener un rendimiento óptimo, ya que los estados de ansiedad pueden sesgar este procesamiento predictivo y provocar bloqueos en la ejecución ([Harris et al., 2025](#)). Por su parte, investigaciones en neurociencia cognitiva han subrayado que la incertidumbre actúa como un mediador esencial de la atención y la toma de decisiones, activando mecanismos de adaptación conductual que permiten ajustar la estrategia de valoración y la tasa de aprendizaje ante eventos inesperados ([Monosov, 2020](#)).

Sin embargo, la evidencia científica no es unánime respecto a cómo estos procesos se traducen en una mejora del rendimiento a través del entrenamiento. Mientras que algunos modelos sugieren una relación directa, otros autores señalan resultados contradictorios o inconclusos. Por ejemplo, se ha argumentado que el "entrenamiento de procesos" (como el entrenamiento perceptivo-cognitivo o el *brain training*) carece de evidencia sólida que respalde su eficacia y eficiencia en la transferencia real a entornos competitivos ([Renshaw et al., 2019](#)). Críticas recientes sugieren que estos programas a menudo aíslan los procesos cognitivos de las limitaciones informativas reales del entorno deportivo, lo que limita su capacidad para mejorar el comportamiento adaptativo en situaciones de juego real ([Renshaw et al., 2019](#)). Además, mientras que el entrenamiento de la mirada (*Quiet Eye*) ha sido propuesto como una solución universal para la precisión bajo incertidumbre, evidencias emergentes indican que la variabilidad en los patrones de búsqueda visual es específica de cada tarea e individuo, lo que cuestiona la existencia de un patrón de comportamiento "óptimo" único para todos los atletas ([Renshaw et al., 2019](#)).

En el ámbito deportivo, estas funciones cobran especial relevancia en los denominados deportes de habilidades abiertas (*open-skill sports*), caracterizados por un entorno altamente impredecible y cambiante ([Musculus et al., 2022; Wu et al., 2024](#)). En estos contextos, la toma de decisiones no es solo un acto motor, sino el resultado de una compleja interacción de procesos ejecutivos: la memoria de trabajo permite recordar la ubicación de compañeros y rivales; el control inhibitorio ayuda a suprimir una acción planeada (como un pase) si surge un defensor; y la flexibilidad cognitiva facilita la adaptación táctica inmediata ante los cambios en el juego ([Musculus et al., 2022; Wu et al., 2024](#)). Asimismo, procesos como la atención selectiva y la anticipación permiten a los atletas de élite filtrar señales irrelevantes y predecir el movimiento del oponente antes de que este ocurra ([Abernethy, 1988; Legault et al., 2022](#)).

El entrenamiento cognitivo ha evolucionado desde sus orígenes basados en paradigmas clásicos de laboratorio —como la tarea de Flanker para la inhibición o la Tarea de Bloques de Corsi para la memoria espacial— hacia métodos más sofisticados ([Arce & McMullen, 2021; Schaefer et al., 2022](#)). Actualmente, el entrenamiento computarizado permite un control

preciso de las cargas cognitivas, mientras que la Realidad Virtual y sistemas como el SoccerBot360 buscan integrar el entrenamiento perceptivo-cognitivo con respuestas motoras específicas del deporte ([Brunetti et al., 2014](#); [Musculus et al., 2022](#)). Esta evolución intenta salvar la distancia entre el entrenamiento en pantalla y las demandas físicas del campo de juego.

Uno de los conceptos centrales en este campo es la capacidad de transferencia del entrenamiento. Se habla de transferencia cercana cuando la mejora se produce en tareas similares a la entrenada (por ejemplo, mejorar en una tarea de rotación mental tras practicar con bloques de Corsi) ([Schaefer et al., 2022](#)). Por otro lado, el objetivo final del entrenamiento cognitivo es la transferencia lejana, que ocurre cuando la mejora en procesos básicos en un ordenador se traduce directamente en un rendimiento superior en el campo, manifestándose en una mayor capacidad de anticipación, una toma de decisiones más rápida bajo presión o una mejor lectura táctica del juego ([Heilmann et al., 2022](#); [Schaefer et al., 2022](#)).

A pesar de los avances, la literatura científica enfrenta retos significativos. Existe una marcada heterogeneidad metodológica, con una falta de consistencia en cómo se administran y miden tareas como la de Corsi, lo que dificulta la comparación entre estudios ([Arce & McMullen, 2021](#)). Además, se ha cuestionado frecuentemente la falta de validez de los tests tradicionales, ya que pulsar un botón en un laboratorio no replica la complejidad biomecánica de realizar un pase o un golpeo de raqueta en situaciones de fatiga o estrés ([Knöbel et al., 2024](#); [Musculus et al., 2022](#)). Estas deficiencias plantean serias dudas sobre los problemas de transferencia real de estas intervenciones al contexto competitivo.

A partir de lo expuesto, se identifica una brecha crítica en el conocimiento: la necesidad de validar herramientas que unan la precisión de los tests neurocognitivos con la especificidad motora del deporte. El presente trabajo busca responder a la pregunta de si los métodos de entrenamiento y diagnóstico actuales son capaces de predecir o mejorar el rendimiento real, superando las limitaciones de los entornos artificiales y proporcionando una base sólida para la detección de talento y la optimización del deportista.

El objetivo del trabajo final de grado es realizar una revisión bibliográfica sobre el efecto del entrenamiento cognitivo en las funciones ejecutivas y su posible transferencia al rendimiento deportivo.

4. Metodología

Diseño del estudio

Este trabajo se define como una revisión bibliográfica de tipo sistemático. El diseño se centra en la recopilación, análisis crítico y síntesis con la finalidad de sintetizar la evidencia científica disponible sobre el impacto del entrenamiento cognitivo en las funciones ejecutivas de deportistas y su transferencia al rendimiento deportivo real, siguiendo las directrices PRISMA. (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page et al., 2021).

Estrategia de búsqueda y bases de datos

La búsqueda se realizó en bases de datos como PubMed y Google Académico. La búsqueda se desarrolló mediante la combinación de los términos "cognitive training", "athletic performance", "executive functions", y "sports training". Asimismo, se aplicaron filtros temporales y de idioma para restringir la selección a artículos publicados en la última década, garantizando que el análisis refleje los avances más recientes en la tecnología de entrenamiento. En ambas bases de datos encontré múltiples artículos relevantes que, tras la aplicación estricta de criterios de inclusión y exclusión, permitieron seleccionar 13 estudios fundamentales para analizar la eficacia de estas intervenciones en el ámbito deportivo.

Palabras clave

La selección de las palabras clave se realizó con el objetivo de identificar de manera exhaustiva la literatura que vincula las intervenciones neurocognitivas con el rendimiento deportivo. Los términos se estructuraron en torno a tres bloques conceptuales principales:

- El método de entrenamiento: *"perceptual-cognitive training"*, *"brain training"* y *"executive function training"*.
- Los procesos cognitivos: *"executive functions"*, *"working memory"*, *"inhibition"* y *"cognitive flexibility"*.
- El contexto deportivo: *"performance"* junto con el uso de truncamientos como *sport** (para capturar *sport*, *sports*, *sporty*) y *athlete** (*athlete*, *athletes*, *athletic*), así como sus contrapartes en español (*deporte**, *deportista** y *rendimiento*).

Para maximizar la recuperación de artículos, se utilizaron truncamientos (como *sport**) y operadores booleanos "AND" y "OR", que permiten la intersección precisa entre el entrenamiento cognitivo y el rendimiento deportivo real.

A continuación, se detallan las ecuaciones de búsqueda utilizadas en las bases de datos:

Ecuación de búsqueda en inglés:

("cognitive training" OR "brain training" OR "executive function training" OR "perceptual-cognitive training") AND ("executive functions" OR "working memory" OR "inhibition" OR "cognitive flexibility") AND ("sport*" OR "athlete*" OR "performance")

Ecuación de búsqueda en español:

("entrenamiento cognitivo" OR "entrenamiento cerebral" OR "entrenamiento funciones ejecutivas") AND ("funciones ejecutivas" OR "memoria de trabajo" OR "inhibición" OR "flexibilidad cognitiva") AND ("deporte*" OR "deportista*" OR "rendimiento")

Periodo temporal de la búsqueda

La fase de búsqueda bibliográfica y el rastreo sistemático en las diferentes bases de datos se llevaron a cabo durante los meses de **abril y mayo de 2026**. Este periodo de ejecución permitió asegurar la identificación de la evidencia científica más reciente, garantizando así la inclusión de las últimas innovaciones en tecnologías de entrenamiento cognitivo y neurociencia aplicada.

Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- **Población:** Estudios realizados con deportistas de cualquier nivel competitivo (amateur, jóvenes promesas o élite) y disciplina deportiva (preferentemente deportes de habilidades abiertas).
- **Intervención:** Investigaciones que apliquen programas de entrenamiento cognitivo (basados en tareas de ordenador, realidad virtual o dispositivos comerciales) destinados a mejorar las funciones ejecutivas.
- **Variables de resultado:** Estudios que evalúen el efecto del entrenamiento en al menos uno de los componentes de las funciones ejecutivas propuestos por Diamond: memoria de trabajo, control inhibitorio o flexibilidad cognitiva.
- **Rendimiento deportivo:** Artículos que incluyan medidas de transferencia (cercana o lejana) hacia el rendimiento deportivo real o tareas motoras específicas del deporte.

- **Diseño de estudio:** Ensayos controlados aleatorizados, estudios cuasi-experimentales y estudios longitudinales de intervención.

Criterios de exclusión:

1. **Idioma:** Artículos publicados en idiomas distintos al inglés o español.
2. **Accesibilidad:** Documentos que no cuenten con acceso al texto completo (full-text) a través de las bases de datos consultadas.
3. **Tipo de publicación:** Siguiendo las correcciones metodológicas, se excluyen las **revisiones sistemáticas y metaanálisis**, con el fin de centrar el análisis exclusivamente en fuentes primarias y datos experimentales originales.
4. **Población clínica:** Estudios realizados con poblaciones que presenten patologías neurológicas o trastornos cognitivos (p. ej., TDAH, Alzheimer) que no estén vinculados directamente al contexto del rendimiento deportivo.
5. **Enfoque no ejecutivo:** Investigaciones sobre entrenamiento psicológico general (p. ej., motivación, ansiedad) que no incluyan la estimulación específica de procesos neurocognitivos superiores.
6. **Periodo temporal:** Artículos publicados fuera del rango temporal comprendido entre los años 2016 y 2026, con el fin de priorizar la evidencia científica más reciente y actualizada.



5. Resultados

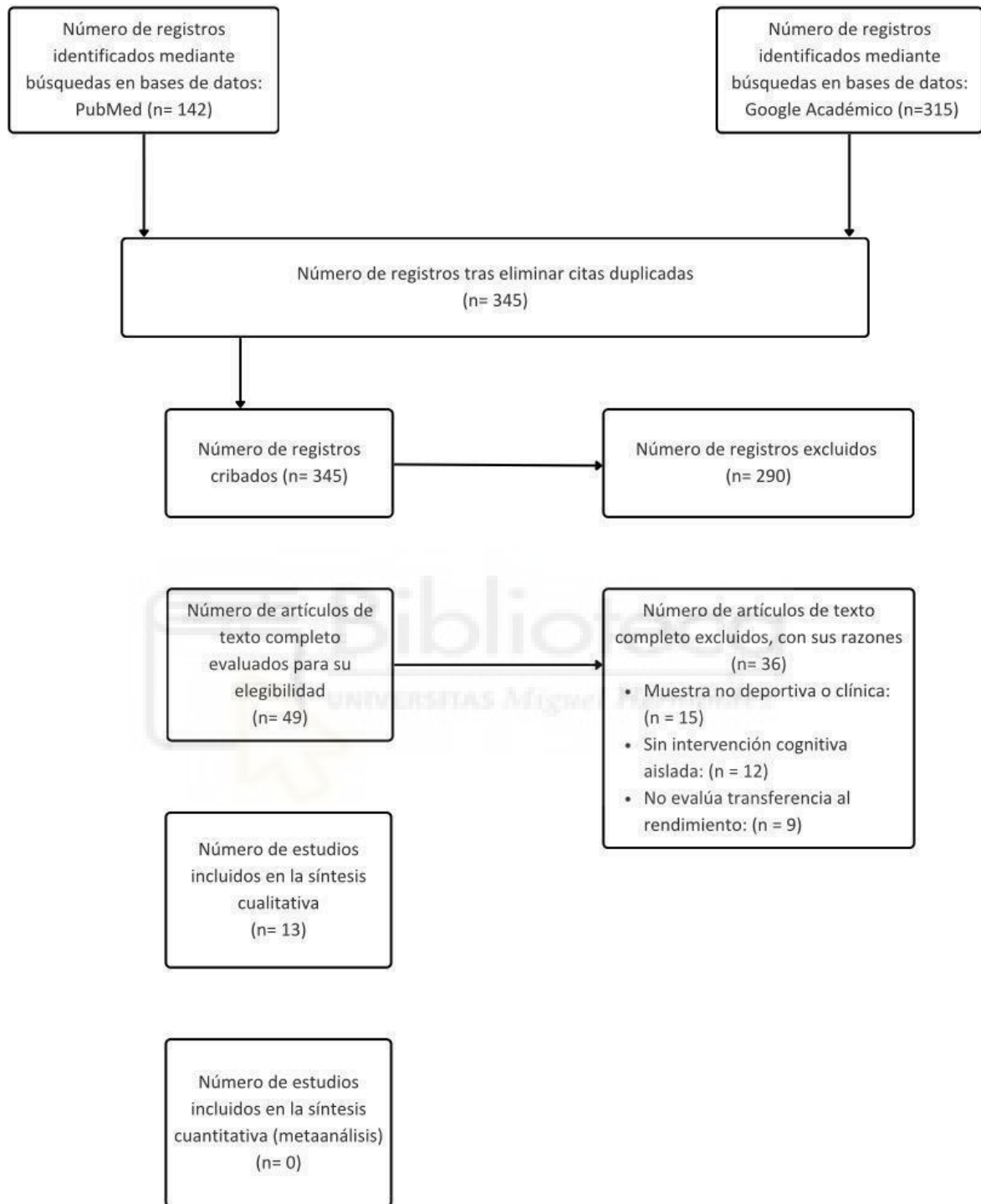


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020 que incluyeron búsquedas en bases de datos y registros únicamente

Tabla 1. Características de estudios incluidos y resultados

Autor y año	Diseño y posibles sesgos	Muestra(n)	Intervención/ análisis	Variables y resultados claves	Conclusiones
Hielmann et al. (2024)	Experimental. Sesgos: Muestra pequeña (n=31); grupo muy homogéneo; las pruebas de laboratorio podrían no captar la profundidad de las FE en el deporte. "Efecto techo" en atletas de élite	31 futbolistas jóvenes (13-15 años)	8 semanas de entrenamiento cognitivo específico del fútbol (2 unidades/semana) para la mejora de la memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva.	Tareas de laboratorio (Flanker, 3-back, número-letra).ME, inhibición, flexibilidad. No hubo diferencias significativas entre el grupo intervención y control	La especificidad de dominio no garantiza mejoras en atletas que ya tienen niveles cognitivos óptimos
Romeas et al. (2015)	Ensayo controlado aleatorizado con pre y post-test. Sesgos: Muestra pequeña (n=23) en subgrupos de comparación.	23 futbolistas universitarios divididos en 3 grupos (experimental, control activo y pasivo)	10 sesiones (5 semanas) de entrenamiento 3D-MOT (NeuroTracker) vs. control activo (videos de fútbol en 3D) vs. control pasivo.	Precisión en pases, regates y tiros en situaciones reales de juego reducido. El grupo 3D-MOT mejoró la precisión del pase en un 15% (p=0.044) y su confianza subjetiva. No hubo cambios significativos en regate o tiro.	Es la primera evidencia de que un entrenamiento perceptivo-cognitivo "puro" (sin contexto deportivo) puede transferirse al rendimiento real en el campo

Heilmann & Schubert (2025)	Experimental controlado. Sesgos: Muestra pequeña (n=25); duración de 9 semanas podría ser insuficiente para ver cambios a largo plazo; entorno de laboratorio controlado.	25 jugadores de hockey sobre hielo (11-17 años).	9 semanas de entrenamiento cognitivo en realidad virtual (VR) específico del deporte (SenseArena) vs. entrenamiento técnico individual.	Tareas de inhibición (Flanker y Go/No-go) tanto generales como específicas del deporte. Se hallaron mejoras significativas solo en la tarea Flanker específica del deporte (congruente e incongruente). No hubo cambios en tareas cognitivas generales.	La VR mejora la inhibición en contextos que imitan el entorno deportivo real, pero no en tareas genéricas
Hamza (2026)	Experimental con mediciones pre y post-test. Sesgos: Muestra limitada a un solo club profesional; duración corta (8 semanas); ausencia de medidas neurofisiológicas directas (EEG/EMG); falta de seguimiento a largo plazo.	22 futbolistas de élite.	8 semanas de "Psycho Training" (3 sesiones/semana) integrado en el entrenamiento regular, incluyendo ejercicios de agilidad reactiva y tareas duales de control de balón.	Tiempo de reacción motora (Test de Nelson) y rendimiento en control de balón (pie, muslo, pecho). El grupo experimental mostró reducción significativa del tiempo de reacción y mejoras técnicas con tamaños del efecto moderados a grandes.	El entrenamiento psico-integrado mejora la capacidad de respuesta neuromotora y la ejecución técnica en futbolistas de élite.
Xiao & Jiang (2024)	Estudio cuasi-experimental con tres grupos (feedback, sin feedback, control).	58 jugadores de baloncesto	8 sesiones de entrenamiento (4 sem, 2 veces/sem) MOT con	Inhibición (Go/No-go), ME (3-back).	El entrenamiento MOT mejora las FE; el feedback inmediato optimiza la efectividad del

	Sesgos: Muestra solo masculina; rango de edad restringido; periodo corto de 4 semanas; efecto de aprendizaje por repetición	universitarios semi-élite.	y sin feedback instantáneo	El grupo con feedback mejoró significativamente en precisión y tiempos	entrenamiento perceptivo-cognitivo
Fleddermann et al. (2019)	Experimental controlado. Sesgos: Diferencia de edad entre grupos (IG 16 años vs. CG 21 años); la transferencia lejana se midió en laboratorio y no en competición real.	43 atletas de voleibol de élite (22 intervención, 21 control).	8 semanas de 3D-MOT (NeuroTracker) combinado con tareas motoras de voleibol vs. práctica regular.	Rendimiento en 3D-MOT, tests de transferencia cercana y far-transfer (salto de bloqueo con carga cognitiva). Se observó mejora en la tarea específica (3D-MOT) y transferencia cercana en atención sostenida y velocidad de procesamiento. No hubo efectos en la transferencia lejana (altura del salto en bloqueo específico).	El entrenamiento cognitivo genérico mejora capacidades cognitivas aisladas, pero su transferencia directa a parámetros físicos mecánicos es difícil de asegurar
Trecroci et al. (2022)	Ensayo controlado aleatorizado paralelo. Sesgos: Muestra pequeña (n=21); intervención de	21 futbolistas preadolescentes (9-11 años).	4 semanas de entrenamiento SAQ (Velocidad, Agilidad, Rapidez) vs. entrenamiento basado	Control inhibitorio, velocidad de procesamiento y sprint de 5 m.	El entrenamiento SAQ es tan eficaz como los juegos reducidos para promover simultáneamente el desarrollo

	solo 4 semanas; falta de grupo control pasivo para descartar desarrollo natural de las funciones ejecutivas (FE).		en juegos reducidos (SSG)	Ambos grupos mejoraron, pero el grupo SAQ mostró mejoras significativas en el control inhibitorio y sprint de 5 m con tamaños del efecto grandes.	físico y el control inhibitorio en niños deportistas
Staiano et al. (2023)	Dos estudios de entrenamiento independientes, aleatorizados y controlados (pre-post). Sesgos: Alta carga logística del entrenamiento diario; muestra exclusiva de ciclistas masculinos.	Estudio 1: n=26; Estudio 2: n=24 ciclistas de ruta.	6 semanas de <i>Brain Endurance Training</i>: Realización de tareas cognitivas exhaustivas de inhibición de respuesta al terminar los entrenamientos físicos vs. control (sonidos neutros).	Tiempo hasta el agotamiento (TTE), rendimiento en contrarreloj (TT), Percepción del Esfuerzo (RPE) y rendimiento cognitivo (Stroop). El grupo BET mejoró significativamente el TTE en Estudio 1 ($p<0.032$) y el rendimiento en la contrarreloj final en Estudio 2 con menores índices de RPE ($p=0.034$).	Añadir sobrecarga cognitiva post-entrenamiento (BET) aumenta la resiliencia a la fatiga mental y física, reduciendo el esfuerzo percibido y aumentando el rendimiento deportivo de resistencia.
Smith et al. (2016)	Ensayo cruzado (crossover). Sesgo: Muestras pequeñas; imposibilidad	Estudio 1: n=12; Estudio 2: n=14 futbolistas experimentados.	Realización de una tarea Stroop de 30 min para inducir fatiga	Distancia en Yo-Yo IR1 (físico), tiempo de ejecución, precisión y	La fatiga mental es un factor determinante que deteriora de forma crítica la resistencia

	de cegar a los participantes sobre el esfuerzo mental realizado.		mental antes de tests físicos y técnicos.	penalizaciones en tests de pase (LSPT) y tiro (LSST). La fatiga mental redujo significativamente la distancia recorrida ($p < 0.001$), aumentó el tiempo de error en pases y empeoró notablemente la precisión de tiro.	física y la precisión técnica/táctica del futbolista.
Hüttermann & Memmert (2018)	Dos estudios de intervención controlados (Estudio 1 en laboratorio; Estudio 2 en campo). Sesgos: Falta de aleatorización cruzada total entre deportes de equipo e individuales.	Atletas de diversas disciplinas	Estudio 1: Entrenamiento cognitivo computarizado. Estudio 2: Entrenamiento específico integrado en campo para expandir el foco de atención.	Tamaño y precisión de la "ventana de atención" visuo-espacial (atención periférica de estímulos distribuidos). Ambos tipos de entrenamiento expandieron de igual manera la capacidad de la ventana atencional de los deportistas.	Tanto el entrenamiento cognitivo abstracto en laboratorio como el entrenamiento táctico-perceptivo en el campo optimizan la captación de información periférica simultánea.
Harris et al. (2020)	Aleatorizado controlado. Sesgo: Grupos no igualados al inicio	84 participantes	Intervención de entrenamiento cognitivo utilizando el sistema NeuroTracker (3D-MOT) evaluando	Transferencia cercana (otra tarea MOT), intermedia (memoria de trabajo) y lejana (tarea de monitoreo	El entrenamiento perceptivo-cognitivo basado en MOT mejora funciones cognitivas básicas, pero la transferencia real es compleja

			múltiples niveles de transferencia.	de rutas en simulación militar). Resultados: No se hallaron evidencias sólidas de transferencia cercana ni lejana al entorno militar multifunción. Solo leves mejoras en la memoria de trabajo.	
Trecroci et al. (2021)	Aleatorizado paralelo. Sesgo: Breve duración de la intervención	21 futbolistas preadolescentes	4 semanas de entrenamiento SAQ (velocidad, agilidad, rapidez)	Inhibición y tiempo de reacción. El grupo SAQ mejoró significativamente su velocidad visual y respuesta inhibitoria	Integrar ejercicios de agilidad física con demandas cognitivas potencia el desarrollo ejecutivo en jóvenes
Ducrocq et al. (2016)	Serie de 3 experimentos controlados aleatorizados (pre-post). Sesgos: Entorno de laboratorio artificial para el tenis; posibles efectos de habituación a los tests adaptativos.	31 tenistas	Entrenamiento del control inhibitorio (atencional) mediante tareas visuales adaptativas vs. grupo control bajo condiciones de baja y alta presión.	Latencias de anti sacadas (cognitivo), fijación de la mirada (Quiet Eye), tasa de acierto/error en tenis. El entrenamiento redujo los errores en tenis bajo alta presión y optimizó el control visual previniendo la distracción.	Entrenar el control atencional reduce la vulnerabilidad a la distracción provocada por la ansiedad, mejorando el rendimiento motor final bajo presión competitiva.

--	--	--	--	--	--



7. Discusión

El análisis de la literatura científica reciente revela un panorama complejo y, en ocasiones, contradictorio sobre la eficacia de las intervenciones neurocognitivas en deportistas. Un punto central de debate es la especificidad del entrenamiento, ya que se ha observado que las intervenciones deben estar estrechamente vinculadas a las demandas perceptivo-motoras del entorno real del atleta para ser efectivas. Mientras que el entrenamiento de inhibición en Realidad Virtual ha demostrado mejorar significativamente las capacidades en hockey hielo ([Heilmann & Schubert, 2025](#)), otros estudios en fútbol de élite sugieren que el margen de mejora es mínimo debido al "efecto techo" de estos sujetos ([Heilmann et al., 2024](#)). De hecho, se ha documentado que, aunque los atletas mejoren masivamente en tareas cognitivas aisladas, estas no siempre se traducen en un mejor rendimiento motor, como el salto vertical ([Fleddermann et al., 2019](#)).

En cuanto a la transferencia de habilidades del laboratorio al campo, existen evidencias de que el entrenamiento de seguimiento de objetos (3D-MOT) puede mejorar hasta en un 15% la precisión de los pases en situaciones reales de juego ([Romeas et al., 2015](#)). No obstante, este fenómeno no es universal y algunos autores cuestionan la transferencia "lejana" de herramientas comerciales hacia el rendimiento deportivo global ([Harris et al., 2020](#)). La eficacia parece aumentar cuando se entrena específicamente la "ventana de atención", logrando mejoras del 20% en el campo visual útil tanto en entornos controlados como de campo ([Hüttermann & Memmert, 2018](#)).

La fatiga mental emerge como un factor crítico que deteriora el rendimiento técnico, incrementando los errores en pases y reduciendo la precisión en el tiro ([Smith et al., 2016](#)). Para mitigar esto, el *Brain Endurance Training* ha demostrado ser una estrategia eficaz para aumentar la resistencia física y la tolerancia al agotamiento en ciclistas ([Staiano et al., 2023](#)). Asimismo, el entrenamiento del control atencional actúa como un factor protector que preserva la técnica ante la ansiedad competitiva ([Ducrocq et al., 2016](#)). Un elemento determinante para el éxito de estos programas es la inclusión de feedback inmediato, lo que optimiza el aprendizaje y la flexibilidad cognitiva del atleta ([Xiao & Jiang, 2024](#)).

Finalmente, la integración del entrenamiento cognitivo con la carga física es fundamental, especialmente en etapas formativas. En futbolistas jóvenes, los programas de agilidad reactiva potencian sustancialmente el control inhibitorio ([Trecroci et al., 2022](#)). Esta relación se ve respaldada por hallazgos que muestran una correlación positiva significativa ($r = 0.45$) entre las funciones ejecutivas básicas y las habilidades motoras específicas ([Trecroci et al., 2021](#)). En profesionales, la combinación de estímulos psicológicos y motores integrados es la vía más eficiente para reducir los tiempos de reacción y optimizar el control técnico del balón ([Hamza, 2026](#)).

8. Conclusiones

Tras la revisión de la evidencia científica disponible, se pueden extraer las siguientes conclusiones fundamentales para este Trabajo de Fin de Grado:

1. **Especificidad y Transferencia:** El entrenamiento neurocognitivo es una herramienta válida para mejorar la precisión técnica y la toma de decisiones, pero su éxito depende de la similitud entre la tarea entrenada y las demandas reales de la disciplina
2. **Gestión de la Fatiga y Estrés:** La fatiga mental perjudica gravemente la técnica deportiva, pero puede combatirse mediante entrenamientos de resistencia cerebral que mejoren la tolerancia al esfuerzo y protejan el rendimiento bajo presión o ansiedad
3. **El Perfil del Atleta:** Existe una diferencia notable entre atletas en formación y atletas de élite. En jóvenes, las intervenciones neurocognitivas potencian el desarrollo de las funciones ejecutivas centrales, mientras que en la élite, el entrenamiento debe ser extremadamente sofisticado para superar el nivel base del deportista y evitar el estancamiento por efecto techo.
4. **Importancia del Feedback y la Integración:** El uso de feedback inmediato y la integración de tareas cognitivas dentro de los circuitos físicos habituales aceleran la mejora en el tiempo de reacción y la agilidad reactiva
5. **Predicción del Rendimiento:** Las funciones ejecutivas, especialmente la inhibición, actúan como un predictor del éxito en habilidades motoras, confirmando que la capacidad cognitiva es un pilar inseparable del rendimiento físico.

En conclusión, el entrenamiento de las funciones ejecutivas no debe verse como un sustituto del entrenamiento técnico-táctico, sino como un **complemento sinérgico** que, si se diseña con criterios de especificidad y feedback, puede marcar la diferencia en el rendimiento deportivo moderno.

9. Propuesta de intervención

Para optimizar el rendimiento y la toma de decisiones en el baloncesto en etapa de formación, resulta fundamental desarrollar un programa de entrenamiento cognitivo-motor integrado, adaptando la intervención tanto a las fases de la temporada como a las demandas funcionales y situacionales de los deportistas, y aplicando estas estrategias de manera global a toda la plantilla.

Durante la **pretemporada**, el mayor margen temporal disponible permite implementar sesiones de entrenamiento más analíticas y de mayor volumen. En este periodo, se recomiendan entre 3 y 4 sesiones semanales de trabajo en pista y gimnasio orientadas a asimilar los patrones cognitivo-motores básicos, automatizar gestos técnicos bajo fatiga controlada y potenciar la memoria de trabajo con los primeros sistemas tácticos. Para ello, pueden emplearse ejercicios de sobrecarga perceptiva, tareas con toma de decisiones espaciales simples y el uso de herramientas como gafas estroboscópicas o códigos visuales básicos.

Por el contrario, durante la **temporada** competitiva resulta prioritario optimizar el tiempo disponible de entrenamiento e integrar la propuesta en la dinámica del equipo. En este contexto, el trabajo de entrenamiento de las funciones ejecutivas puede integrarse dentro de la activación habitual previa al entrenamiento (calentamiento), sustituyendo parcialmente el calentamiento convencional, o en los bloques de transferencia de la parte principal. Los principales objetivos en esta fase son el mantenimiento de la velocidad de procesamiento, la mejora del control inhibitorio ante estímulos cambiantes y la preparación de la flexibilidad cognitiva ante las demandas imprevisibles del juego real.

Estructura de la sesión tipo en pista

La sesión integrada en el calentamiento en campo se organiza de la siguiente manera:

- **Parte I.** Activación neuromuscular y perceptiva general: carrera continua variando los apoyos e incluyendo cambios de dirección y ritmo en función de estímulos auditivos o visuales (ej. silbato del entrenador, posición de los brazos) durante 5–7 minutos. El objetivo es elevar la temperatura corporal mientras se activa la atención focalizada.
- **Parte II.** Control inhibitorio y destreza técnica: ejercicios con bote y pases de baja exigencia física pero elevada carga cognitiva mediante el uso de estímulos visuales (luces de reacción, conos o cartulinas de colores). Los jugadores deben ejecutar un gesto técnico concreto o inhibir su respuesta (frenar o cambiar de mano) según las normas cambiantes dictadas por el color del estímulo, con el objetivo de favorecer un adecuado tiempo de reacción de elección.
- **Parte III:** Control ejecutivo avanzado y flexibilidad táctica: ejercicios de situaciones reales de juego (superioridades, transiciones o situaciones de 2x1 y 3x2) ejecutados a la máxima velocidad y orientados a mejorar la capacidad de la corteza prefrontal para reestructurar la estrategia sobre la marcha. Se aplican condicionantes o normas mutables en tiempo real (ej. variación de roles de atacante a defensor de forma inesperada o restricción de zonas de tiro en base a señales externas) para absorber y procesar la incertidumbre del juego competitivo.

Criterios de progresión y seguridad

Además del estímulo cognitivo, resulta relevante incluir el aprendizaje de mecánicas de atención dividida con el objetivo de reducir el riesgo de pérdidas de balón y malas lecturas tácticas bajo presión defensiva. Estas estrategias deben orientarse a disociar la mirada del balón (fijando el foco en el espacio y en los movimientos de compañeros y rivales) mediante el uso controlado de la visión periférica, siguiendo principios similares a los empleados en el entrenamiento perceptual-motor de alto rendimiento.

La implementación de estas tareas requiere una progresión estructurada. En una fase inicial, se recomienda practicar las tareas cognitivas en situaciones estáticas o a baja velocidad mediante ejercicios de baja intensidad enfocados en la conciencia espacial y el posicionamiento adecuado. Posteriormente, la complejidad y la intensidad de las tareas puede incrementarse de forma progresiva mediante simulaciones dinámicas con oposición real e integración de gestos específicos del baloncesto (fintas de pase, bloqueos indirectos o ayudas defensivas) que reproduzcan las situaciones de juego más frecuentes.



10.Referencias

- Abernethy, B. (1988). The Effects of Age and Expertise upon Perceptual Skill Development in a Racquet Sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59(3), 210–221. <https://doi.org/10.1080/02701367.1988.10605506>
- Arce, T., & McMullen, K. (2021). The Corsi Block-Tapping Test: Evaluating methodological practices with an eye towards modern digital frameworks. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100099–100099. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100099>
- Brunetti, R., Gatto, C. D., & Delogu, F. (2014). eCorsi: implementation and testing of the Corsi block-tapping task for digital tablets. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00939>
- Diamond, A. (2012). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Ducrocq, E., Wilson, M., Vine, S. J., & Derakshan, N. (2016b). Training Attentional Control Improves Cognitive and Motor Task Performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 38(5), 521–533. <https://doi.org/10.1123/jsep.2016-0052>
- Fleddermann, M., Heppel, H., & Zentgraf, K. (2019). Off-Court Generic Perceptual-Cognitive Training in Elite Volleyball Athletes: Task-Specific Effects and Levels of Transfer. *Frontiers in Psychology*, 10, 1599–1599. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01599>
- Hamza, M. K. (2026). Effects of psycho training on motor reaction time and ball-trapping performance in elite Iraqi Premier League soccer players. *Retos*, 79, 228–239. <https://doi.org/10.47197/retos.v79.118700>
- Harris, D., Arthur, T., Wilson, M., Gallais, B. L., Parsons, T. D., Dill, A., & Vine, S. (2025). Counteracting uncertainty: exploring the impact of anxiety on updating predictions about environmental states. *Biological Cybernetics*, 119. <https://doi.org/10.1007/s00422-025-01006-4>
- Harris, D., Wilson, M., Smith, S. J. R., Meder, N., & Vine, S. J. (2020). Testing the Effects of 3D Multiple Object Tracking Training on Near, Mid and Far Transfer. *Frontiers in Psychology*, 11, 196–196. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00196>
- Heilmann, F., Knöbel, S., & Lautenbach, F. (2024). Improvements in executive functions by domain-specific cognitive training in youth elite soccer players. *BMC Psychology*, 12(1), 528–528. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-02017-9>
- Heilmann, F., & Schubert, T. (2025). The influence of specific cognitive training in virtual reality on the inhibition of elite young ice hockey players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1682165–1682165. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1682165>
- Heilmann, F., Wollny, R., & Lautenbach, F. (2022). Inhibition and Calendar Age Explain Variance in Game Performance of Youth Soccer Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1138–1138. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031138>
- Hüttermann, S., & Memmert, D. (2018). Effects of lab- and field-based attentional training on athletes' attention-window. *Psychology of Sport and Exercise*, 38, 17–27. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.05.009>
- Knöbel, S., Borchert, A., Gatzmaga, N., Heilmann, F., Musculus, L., Laborde, S., & Lautenbach, F. (2024). The impact of soccer-specific psychophysiological stress on inhibition and cognitive flexibility in elite youth players. *Psychology of Sport and Exercise*, 74, 102682–102682. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2024.102682>

- Legault, I., Sutterlin-Guindon, D., & Faubert, J. (2022). Perceptual cognitive abilities in young athletes: A gender comparison. *PLoS ONE*, 17(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273607>
- Monosov, I. E. (2020). How Outcome Uncertainty Mediates Attention, Learning, and Decision-Making [Review of *How Outcome Uncertainty Mediates Attention, Learning, and Decision-Making*]. *Trends in Neurosciences*, 43(10), 795–809. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.06.009>
- Musculus, L., Lautenbach, F., Knöbel, S., Reinhard, M. L., Weigel, P., Gatzmaga, N., Borchert, A., & Pelka, M. (2022). An Assist for Cognitive Diagnostics in Soccer: Two Valid Tasks Measuring Inhibition and Cognitive Flexibility in a Soccer-Specific Setting With a Soccer-Specific Motor Response. *Frontiers in Psychology*, 13, 867849–867849. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.867849>
- Renshaw, I., Davids, K., Araújo, D., Lucas, A., Roberts, W., Newcombe, D., & Franks, B. (2019). Evaluating Weaknesses of “Perceptual-Cognitive Training” and “Brain Training” Methods in Sport: An Ecological Dynamics Critique. *Frontiers in Psychology*, 9, 2468–2468. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02468>
- Romeas, T., Guldner, A., & Faubert, J. (2015). 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2015.06.002>
- Schaefer, S. Y., Hooyman, A., Haikalis, N. K., Essikpe, R., Lohse, K. R., Duff, K., & Wang, P. (2022). Efficacy of Corsi Block Tapping Task training for improving visuospatial skills: a non-randomized two-group study. *Experimental Brain Research*, 240(11), 3023–3032. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06478-5>
- Smith, M. R., Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., & Marcora, S. (2015). Mental Fatigue Impairs Soccer-Specific Physical and Technical Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(2), 267–276. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000762>
- Staiano, W., Marcora, S., Romagnoli, M., Kirk, U., & Ring, C. (2023). Brain Endurance Training improves endurance and cognitive performance in road cyclists. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 26(7), 375–385. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2023.05.008>
- Trecroci, A., Cavaggioni, L., Rossi, A., Moriondo, A., Merati, G., Nobari, H., Ardigò, L. P., & Formenti, D. (2022). Effects of speed, agility and quickness training programme on cognitive and physical performance in preadolescent soccer players. *PLoS ONE*, 17(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277683>
- Trecroci, A., Duca, M., Cavaggioni, L., Rossi, A., Scurati, R., Longo, S., Merati, G., Alberti, G., & Formenti, D. (2021). Relationship between Cognitive Functions and Sport-Specific Physical Performance in Youth Volleyball Players. *Brain Sciences*, 11(2), 227–227. <https://doi.org/10.3390/brainsci11020227>
- Wu, K.-C., Lee, Y.-L., & Chen, S.-C. (2024). The effects of age and gender and elite levels on perceptual–cognitive skills of adolescent badminton athletes. *Frontiers in Psychology*, 15, 1415693–1415693. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1415693>
- Xiao, W., & Jiang, Z. (2024). Multiple object tracking training affects the executive function in basketball players: the role of instant feedback. *BMC Psychology*, 12(1), 417–417. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01931-2>