



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado EDUCACIÓN FÍSICA Y
SALUD

Las funciones ejecutivas como predictoras de
rendimiento deportivo en fútbol sala.

Autor:

D. Rubén Herrero Carrasco

Directores:

Dr. D. Francisco Alarcón López

Dr. D. Alberto Castillo Díaz

Dr. D. Francisco Javier Toscano Bendala

Murcia, 8 de Junio de 2017



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado EDUCACIÓN FÍSICA Y
SALUD

Las funciones ejecutivas como predictoras de
rendimiento deportivo en fútbol sala.

Autor:

D. Rubén Herrero Carrasco

Directores:

Dr. D. Francisco Alarcón López

Dr. D. Alberto Castillo Díaz

Dr. D. Francisco Javier Toscano Bendala

Murcia, 8 de Junio de 2017



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

AUTORIZACIÓN DE LO/S DIRECTOR/ES DE LA TESIS
PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. Francisco Alarcón López, Dr. D. Alberto Castillo Díaz y el Dr. D. Francisco Javier Toscano Bendala como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Las funciones ejecutivas como predictoras de rendimiento deportivo en fútbol sala” realizada por D. Rubén Herrero Carrasco en el Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 31 de Mayo de 2017

AGRADECIMIENTOS

EN PRIMER LUGAR, ME GUSTARÍA AGRADECER A MIS DIRECTORES DE LA TESIS, DR. D. FRANCISCO ALARCÓN LÓPEZ, DR. D. ALBERTO CASTILLO DÍAZ Y DR. D. FRANCISCO JAVIER TOSCANO BENDALA, LA CONFIANZA QUE HAN DEPOSITADO EN MI, GUIANDO MI APRENDIZAJE A TRAVÉS DE ESTE PROCESO. GRACIAS POR VUESTRA COMPRENSIÓN Y POR APORTAR DE MANERA DESINTERESADA EL SOPORTE DE CONOCIMIENTO NECESARIO PARA QUE ESTE SUEÑO SE CONVIERTA EN REALIDAD.

EN SEGUNDO LUGAR, AGRADECER A TODA MI FAMILIA, EN ESPECIAL A MIS PADRES (LUCIANO Y ROSA MARÍA) POR IMPULSARME CUANDO LO HE NECESITADO, A MI HERMANA (NATALIA) QUE PESE A SER LA MÁS PEQUEÑA DE LA CASA, HA SIDO LA QUE MÁS ME HA ENSEÑADO, Y HA SABIDO CONQUISTAR MI CORAZÓN, A MIS ABUELOS (MARTINA, MIGUEL, ISABEL Y JULIÁN) POR TODOS LOS MOMENTOS QUE ME HABEIS OFRECIDO, SOBRE TODO MI ABUELO (MIGUEL), QUE ES EL ESPEJO DONDE ME MIRO TODOS LOS DÍAS, Y POR ÚLTIMO, A JANA POR HABERME ANIMADO HASTA EN LOS MOMENTOS MÁS DIFÍCILES PARA CONTINUAR Y POR APOYARME EMOCIONALMENTE EN TODO MOMENTO.

AGRADECER TAMBIÉN A TODAS LAS PERSONAS O ENTIDADES QUE HAN COMPARTIDO EL ESFUERZO O HAN PERMITIDO QUE SE HAYA HECHO POSIBLE ESTE TRABAJO, COMO LA LIGA NACIONAL DE FÚTBOL SALA (LNFS), LA UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO DE MURCIA (UCAM), TODOS LOS EQUIPOS Y JUGADORES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO Y TODAS LAS PERSONAS QUE HAN AYUDADO, YA SEA COMO SOPORTE ANÍMICO O LOGÍSTICO Y A LAS QUE ESTOY MUY AGRADECIDO.

"Los ojos no sirven de nada a un cerebro ciego"
Proverbio árabe

LAS FUNCIONES EJECUTIVAS COMO PREDICTORAS DE RENDIMIENTO DEPORTIVO EN FÚTBOL SALA

RESUMEN

Introducción

La búsqueda de factores que determinen el rendimiento deportivo ha llevado a investigar cuáles son las claves que tienen mayor influencia. Parece que una de ellas podría ser las capacidades cognitivas de los participantes en los deportes de interacción como el fútbol sala. Estudios recientes han encontrado relación entre el rendimiento en dichos deportes y habilidades cognitivas de orden superior conocidas como funciones ejecutivas. También, se ha encontrado que los deportistas más expertos poseen unos valores superiores de estas capacidades en deportes como fútbol, baloncesto o tenis. El objetivo de este estudio transversal fue evaluar si los jugadores de fútbol sala poseen unas capacidades cognitivas de orden superior (Inhibición, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo) por encima de la población normal, y si existen diferencias según el nivel de pericia. Además, queremos saber si dichas funciones ejecutivas son variables predictoras de rendimiento en jugadores de élite de fútbol sala.

Método

Un total de 182 individuos participaron en el estudio, de los cuales, 111 fueron Jugadores de fútbol sala de élite, 38 jugadores de fútbol sala amateur y 33 no deportistas. Todos ellos participaron voluntariamente en el estudio y firmaron el consentimiento informado en conformidad con la regulación establecida en la Declaración de Helsinki y contando con la aprobación del comité de ética de la Universidad Católica San Antonio de Murcia. Los instrumentos de evaluación utilizados fueron el *Design Fluency Test* para medir flexibilidad cognitiva, el *Stroop test* para medir la inhibición y el test *Letras y Números* perteneciente a la escala de inteligencia de Wechsler para adultos (*WAIS-III*), para medir la memoria de trabajo. Todos los participantes completaron las evaluaciones sin realizar ningún esfuerzo

físico previo, es decir, en reposo. Se realizó un registro de observación sobre el rendimiento de los jugadores de élite en el campo (goles y asistencias) durante la temporada 2014/2015 de la Liga Nacional de Fútbol Sala (LNFS).

Resultados

El análisis de los resultados muestra que los jugadores de élite poseen valores superiores en memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva e inhibición de manera conjunta (*Design Fluency Test*) respecto al grupo no deportista ($p = 0,021$) y en la memoria de trabajo (*Letras y Números*) respecto al grupo amateur ($p = 0,025$). Sin embargo, ni la posición específica en el campo, ni el rendimiento en competición influyen en las funciones ejecutivas.

Conclusiones

Los jugadores de fútbol sala presentan unas funciones ejecutivas superiores a lo no deportistas. Y dentro de esta población, los jugadores de élite tienen una mejor memoria de trabajo que los amateurs, pudiendo concluir que, al igual que otros deportes de interacción, para poder competir en fútbol sala es necesario tener un desarrollo óptimo de estas capacidades cognitivas de orden superior.

Palabras clave: Capacidades cognitivas, función ejecutiva, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, inhibición, cognición, rendimiento deportivo, experiencia.

EXECUTIVE FUNCTIONS PREDICT SPORT PERFORMANCE IN INDOOR SOCCER PLAYERS

SUMMARY

Introduction

The search for factors that determine sports performance has led to investigate the key factors with the highest influence. It seems that one of them can be identified as the cognitive abilities of participants in interaction sports such as indoor soccer (futsal). Recent studies have found a relationship between performance in such sports and higher order cognitive skills known as executive functions. Also, it has been found that the most expert athletes possess superior values of these abilities in sports like soccer, basketball or tennis. The objective of this cross-sectional study was to evaluate if the players of indoor soccer have superior cognitive capacities (Inhibition, cognitive flexibility and working memory) superior to the normal population, and if there are differences according to the level of expertise. In addition, we want to know if these executive functions are predictors of performance in elite indoor soccer players.

Methodology

A total of 182 individuals participated in the study, of which 111 were elite indoor soccer players, 38 amateur indoor soccer players and 33 non-athletes. All of them participated voluntarily in the study and signed the informed consent in accordance with the regulation established in the Declaration of Helsinki and with the approval of the ethics committee of the Catholic University San Antonio of Murcia. The evaluation instruments used were the Design Fluency Test to measure cognitive flexibility, the Stroop test to measure inhibition and the test: *Letters and Numbers* belonging to the Wechsler scale of intelligence for adults, "WAIS-III to measure working memory." All participants completed the assessments without any previous physical exertion, meaning they were rested. An observation record was made on the performance of elite players on the field (goals and

assistances) during the 2014/2015 season of the National Indoor Soccer League (LNFS).

Results

The analysis of the results shows that elite players have higher values in working memory, cognitive flexibility and design inhibition ($P = 0.021$) and in working memory (Letters and Numbers) with respect to the amateur group ($p = 0.025$). However, neither the specific position in the field nor the performance in competition influences the executive functions.

Conclusions

Indoor soccer players have superior executive functions than non-athletes. And within this population, elite players have a better working memory than amateurs, concluding that, like other interaction sports, in order to be able to compete in indoor soccer, it is necessary to have an optimal development of these cognitive capacities of order higher.

Key words: Cognitive abilities, executive function, working memory, cognitive flexibility, inhibition, cognition, sports performance, experience.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE FIGURAS	17
ÍNDICE TABLAS.....	19
ÍNDICE ANEXOS.....	23
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	25
EL RENDIMIENTO EN FÚTBOL SALA Y SUS DETERMINANTES.....	26
1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPORTES DE INTERACCIÓN.....	27
1.2 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS DEPORTES DE INTERACCIÓN.....	27
1. 2. 1 <i>Estructura formal</i>	28
1. 2. 2. <i>Estructura funcional</i>	30
1. 3 FACTORES PREDICTIVOS DE RENDIMIENTO EN DEPORTES COLECTIVOS.....	35
1.4. PARADIGMA EXPERTO-NOVATO.....	37
1. 4. 1 <i>Pericia y capacidades cognitivas</i>	38
FUNCIONES EJECUTIVAS COMO VARIABLES PREDICTORAS DE RENDIMIENTO EN DEPORTES DE INTERACCIÓN.....	57
2.1. DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONCEPTO DE FUNCIONES EJECUTIVAS.....	58
2.2 APROXIMACIÓN A LAS FUNCIONES EJECUTIVAS	60
2.3 NEUROANATOMIA DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS	61
2.4 TEORÍAS Y MODELOS DEL FUNCIONAMIENTO EJECUTIVO.	64
2.4.1 <i>Modelo de Constructo unitario</i>	64
2.4.2 <i>Modelo de sistema atencional supervisor (SAS)</i>	67
2.4.3 <i>Modelo Jerárquico</i>	69
2.4.4 <i>Modelos integradores cognición-emoción</i>	72
2.4.5 <i>Modelo de análisis factorial</i>	73
2.5 EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS.....	77
2.6 ETAPAS SENSIBLES EN EL DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS.....	81
2.6.1 <i>Las funciones ejecutivas en la primera infancia (0 a 5 años)</i>	82
2.6.2 <i>Las funciones ejecutivas desde los niños en edad escolar.</i>	83
2.6.3 <i>Funciones ejecutivas en la adolescencia</i>	84
2.7 DIFERENCIAS INDIVIDUALES EN LAS FUNCIONES EJECUTIVAS.....	85
2.7.1 <i>Factores genéticos</i>	86
2.7.2 <i>Factores ambientales</i>	87
2.7.3 <i>Entrenamiento</i>	87
2.7.4 <i>Ejercicio Físico</i>	88
2.8 ANTECEDENTES.....	90

CAPÍTULO II. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS, HIPOTESIS Y VARIABLES DE ESTUDIO	101
2.1 JUSTIFICACIÓN	103
2.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	104
2.3 HIPÓTESIS DEL ESTUDIO	105
2.4 VARIABLES:.....	105
CAPÍTULO III. MÉTODO.....	111
3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	113
3.2 TEST E INSTRUMENTOS.....	114
3.3. DISEÑO Y PROCEDIMIENTO.....	121
3.4. ASPECTOS ÉTICOS	123
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	124
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	125
4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y PRUEBA DE BARLETT DE LAS ESCALAS EMPLEADAS..	127
4.2 COMPARACIÓN PUNTUACIONES ESCALAS SEGÚN GRUPOS	128
4.2.1 Según nivel de pericia	128
4.2.2 Según posición.....	130
4.2.3 Según rendimiento.....	131
4.3 EFECTO DE LAS ESCALAS EN LA PREDICCIÓN DE UN DEPORTISTA DE ÉLITE	138
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	139
5.1. COMPARACIÓN ENTRE DIFERENTES GRUPOS	141
5.1.1. <i>Correlación funciones ejecutivas y el nivel de pericia.....</i>	<i>141</i>
5.2. COMPARACIÓN ENTRE ÉLITE.....	147
5.2.1. <i>Correlación funciones ejecutivas y posición en el campo.....</i>	<i>147</i>
5.2.2 <i>Correlación funciones ejecutivas y rendimiento.....</i>	<i>148</i>
5.2.3 <i>Funciones ejecutivas como variables predictoras de rendimiento.....</i>	<i>150</i>
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	151
CAPÍTULO VII. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	155
7.1 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	157
7.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	158
CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	161
8.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	163
CAPÍTULO IX. ANEXOS	191
ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO.	193
ANEXO 2. INFOGRAFIA CARTA INFORMATIVA A CLUBES.....	194
ANEXO 3. INFORME INDIVIDUAL DE RESULTADOS.	195

ÍNDICE FIGURAS

1	Principios generales y específicos del fútbol sala.	32
2	Factores predictores de talento en fútbol.	37
3	Habilidades cognitivas críticas para el rendimiento en deportes colectivos	39
4	Proceso de toma de decisiones	46
5	Factores que influyen en la toma de decisiones	48
6	Modelo Memoria de trabajo Baddeley	65
7	Modelo Jerárquico adaptado de Stuss	71
8	Desarrollo de las funciones ejecutivas en relación a la edad	91
9	Puestos específicos en el fútbol sala y su distribución en la pista.	109
10	Distribución muestra final del estudio	113
11	Extracto del Test de Letras y Números	115

12	Ejemplo practica Condición 1.	116
13	Ejemplo practica Condición 2.	117
14	Ejemplo practica Condición 3.	117
15	Stroop. Ejemplo Lámina 1.	119
16	Stroop. Ejemplo Lámina 2.	119
17	Stroop. Ejemplo Lámina 3.	120
18	Representación gráfica procedimiento administración pruebas	123
19	Comparaciones en DF y W según pericia.	130
20	Distribución de los jugadores en función del rendimiento	132

ÍNDICE TABLAS

1	Ejemplo principales diferencias reglas de juego entre fútbol	29-30
2	Resumen de las primeras teorías de las funciones ejecutivas	59
3	Funciones ejecutivas como variables predictoras del rendimiento deportivo	96-99
4	Edad (media y D.T.) de los participantes del estudio.	113
5	Descriptivo escalas.	128
6	Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según nivel deportivo.	128
7	Medias (DT) y contrastes univariados entre grupos en las escalas.	129
8	Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según posición campo.	130
9	Medias y desviaciones típicas en las escalas según posición campo.	131

10	Puntos de corte para la clasificación de los jugadores según su rendimiento	132
11	Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento.	133
12	Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento.	133
13	Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento para jugadores cierre.	134
14	Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento para jugadores cierre.	134
15	Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento para jugadores ala.	135
16	Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento para jugadores ala.	135
17	Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento para jugadores pívot.	136
18	Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento para jugadores pívot.	136

19	Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento para jugadores portero.	137
20	Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento para jugadores portero.	137
21	Efecto de las escalas para la predicción de ser un deportista de élite.	138

ÍNDICE ANEXOS

1	Consentimiento informado	193
2	Infografía carta informativa a clubes	194
3	Informe individual de resultados.	195

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO

EL RENDIMIENTO EN FÚTBOL SALA Y SUS DETERMINANTES

1.1 Características de los deportes de interacción.

Los deportes de interacción se definen por su incertidumbre y variabilidad, particularidades específicas que van a determinar las variables predictoras de rendimiento y, por tanto, serán fundamentales para conocer mejor cómo formar y entrenar (Iglesias, Cárdenas, & Alarcón, 2007).

Las características de este tipo de deportes van a demandar que los jugadores posean una elevada capacidad perceptiva y decisional, ya que deben ser capaces de atender aquellos estímulos relevantes y seleccionar la mejor respuesta en un entorno con un nivel elevado de entropía. Dichas claves atencionales no son idénticas y las respuestas que hay que dar deben ajustarse constantemente a estos cambios ambientales. Además, en muchas ocasiones, las situaciones no son probabilísticas, dificultando la opción de anticiparse por parte del jugador. Y todo ello se produce con una gran presión temporal, tanto por la duración de los estímulos, como por el poco tiempo que posee el deportista para decidir. (Alarcón, Ureña, & Cárdenas, 2014; Iglesias et al., 2007). Si nos basamos en el trabajo de Navarro (2002), el jugador es un sujeto activo, que decide, y no se comporta como un mero reproductor de acciones, si no que toma decisiones adecuándose a las situaciones de incertidumbre que se le presentan en el juego.

1.2 Definición y clasificación de los deportes de interacción.

Según Parlebas (2003), la noción de incertidumbre es un factor que condiciona cualquier situación, así, la incertidumbre en relación con otros factores (medio o entorno físico, compañeros y adversarios) la va a dividir en:

Incertidumbre procedente del medio exterior:

(I) Se aprecia por la información que el sujeto obtiene en función del medio a partir del cual podrá organizar sus conductas motrices. Así, si el entorno es estable y conocido por el practicante (pista de atletismo, calle de natación, campo de fútbol, ...) el grado de incertidumbre será nulo, en cambio, si el entorno es fluctuante o cargado de imprevistos (corrientes de

ríos, de aire, crestas nevadas, ...) la cantidad de información será considerable produciendo una fuerte entropía. El deportista aprende a extraer y tratar la información del entorno físico permitiéndole ser eficaz en la acción motriz.

Incertidumbre provocada por la interacción del participante con los demás coactores (se deduce el comportamiento de los diferentes participantes, dotados de intención y decisión.):

(C) Interacción directa de cooperación motriz entre compañeros o comunicación motriz. Se caracteriza por la transmisión de un objeto (pelota, testigo, ...), de un rol sociomotor favorable (jugador liberado), de un puesto apreciado (cambio de esquinas en las cuatro esquinas) o de solidaridad en contacto (mêlée en rugby).

(A) Interacción directa de oposición motriz entre adversarios o contracomunicación motriz. Se caracteriza por la transmisión antagónica de un objeto (balón), de un rol sociomotor desfavorable (jugador prisionero) de un puesto menospreciado (puesto central en las cuatro esquinas), regate-parada de esa transmisión de oposición (esquivar o bloquear un tiro en el balón prisionero). Van a ser las leyes del juego las que modifican el contacto y las modalidades de intercambio.

El fútbol sala pertenecería a un deporte sin incertidumbre con el entorno (\bar{I}), con contracomunicación (A) y con la comunicación motriz con compañeros (C).

1. 2. 1 Estructura formal

El fútbol sala es un deporte de interacción reglado por FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*) desde 1989, pese a su juventud es un deporte muy practicado por la población. Según la Encuesta de Hábitos Deportivos de 2010 en España, el fútbol sala forma parte de las actividades físico-deportivas más practicadas (9,3%) (García & Llopis, 2011). Esto puede deberse a la poca necesidad de material, a las restricciones del espacio o al número reducido de jugadores que se necesita (Barbero-Álvarez, Soto, Barbero-Álvarez, & Granda-Vera, 2008) y a que los practicantes no tienen un alto grado de estacionalidad, es decir, realizan las

actividades durante todo el año (García & Llopis, 2011).

Se practica con diez jugadores (cinco para cada equipo), actuando dos de ellos de porteros, en un espacio de 40x20 metros y en dos tiempos de veinte minutos. Debido a que el tiempo se detiene cuando el balón no está en juego aumenta hasta los 75 minutos aproximadamente (Barbero, 2003).

El fútbol sala ha sufrido numerosas modificaciones en las normas de la *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA, 2014), compartiendo varias de ellas con otros deportes de interacción como baloncesto, balonmano, fútbol...

	Fútbol	Fútbol sala
Campo	90-120x45-90	38-42x18-25
Balón	410-450g circunferencia 68-70cm	400-440g circunferencia 62-64cm
Jugadores por equipo	11	5
Sustituciones	3	Ilimitadas (12 jugadores por equipo)
Duración	45 minutos (dos partes) No para el tiempo cuando el balón sale fuera	20 (dos partes) Para el tiempo cuando el balón sale fuera
Tiempo muerto	No	Uno por parte
Tiempo para reanudar el juego	No	Cuatro segundos
Fuera de Juego	Si	No

Faltas acumuladas	No	Si
-------------------	----	----

Tabla 1. Ejemplo principales diferencias reglas de juego entre fútbol y fútbol sala adaptada de Junge & Dvorak (2010).

1. 2. 2. Estructura funcional

En el reglamento se definen las reglas que establecen las condiciones en las que tendrá lugar la práctica, definiendo las características de los elementos formales, como balón, portería, terreno de juego y los límites en los que deberán actuar los jugadores en su relación con el balón o el resto de jugadores. Es el jugador quien debe interpretar estas reglas basándose en aprendizajes previos y experiencias acumuladas, pero también, en función de su estado físico o psicológico en el momento de decidir cómo resolver la situación de juego. Son, los jugadores, en definitiva, los que con su conocimiento asignan el verdadero significado tanto a las reglas como a sus acciones (Cárdenas & Alarcón, 2010).

Así Piñar (2005) define como dinámica del juego *“el resultado de la combinación de todos los elementos estructurales (espacio, tiempo, móvil, metas, jugadores), definidos y delimitados por el reglamento, como estructura superior, y el uso que los jugadores y entrenadores hacen de ellos, actuando e interactuando entre sí (condicionando su comportamiento motor y verbal, en su dimensión psicológica, física, técnica, táctica y estratégica y social) siempre bajo el prisma reglamentario”* pág. 126.

El problema de la dinámica de juego de los deportes de interacción es que se produce en un entorno de gran variabilidad e incertidumbre. Debido a estas peculiaridades, el juego del fútbol sala está regido por una lógica inherente al mismo a la que Parlebas (2003) denominó lógica interna y que, según este autor, la define como la forma en que se establecen las relaciones entre los participantes y la interacción con el medio en que se desarrollan.

El jugador en este entorno va a intentar reducir la incertidumbre buscando regularidades que le ayuden a anticipar su conducta. Esta búsqueda va a generar reglas de acción, que el jugador debe cumplir si

quiere ser eficiente. Además, siguiendo a Cárdenas & Alarcón (2010) el jugador tiene la capacidad de generar reglas para deducir la relación entre variables, pudiendo ser utilizadas en situaciones parecidas pero no idénticas. Según Hogarth (2001), *“lo que se aprende es un principio, en oposición a un caso particular”*.

Estos principios de juego serán los que marquen la línea de actuación de los jugadores, permitiéndoles anticiparse a contrarios y compañeros y así conseguir la conducta más eficaz. De esta manera, el conocimiento de un deporte se podrá estructurar de manera jerárquica, ordenando estos principios en aquellos transferibles a más circunstancias, y por tanto más generales, y en aquellos menos transferibles, pues dan solución a una circunstancia concreta, y por tanto más específicos. En la figura 1 se recogen los principios generales y específicos en el fútbol sala.

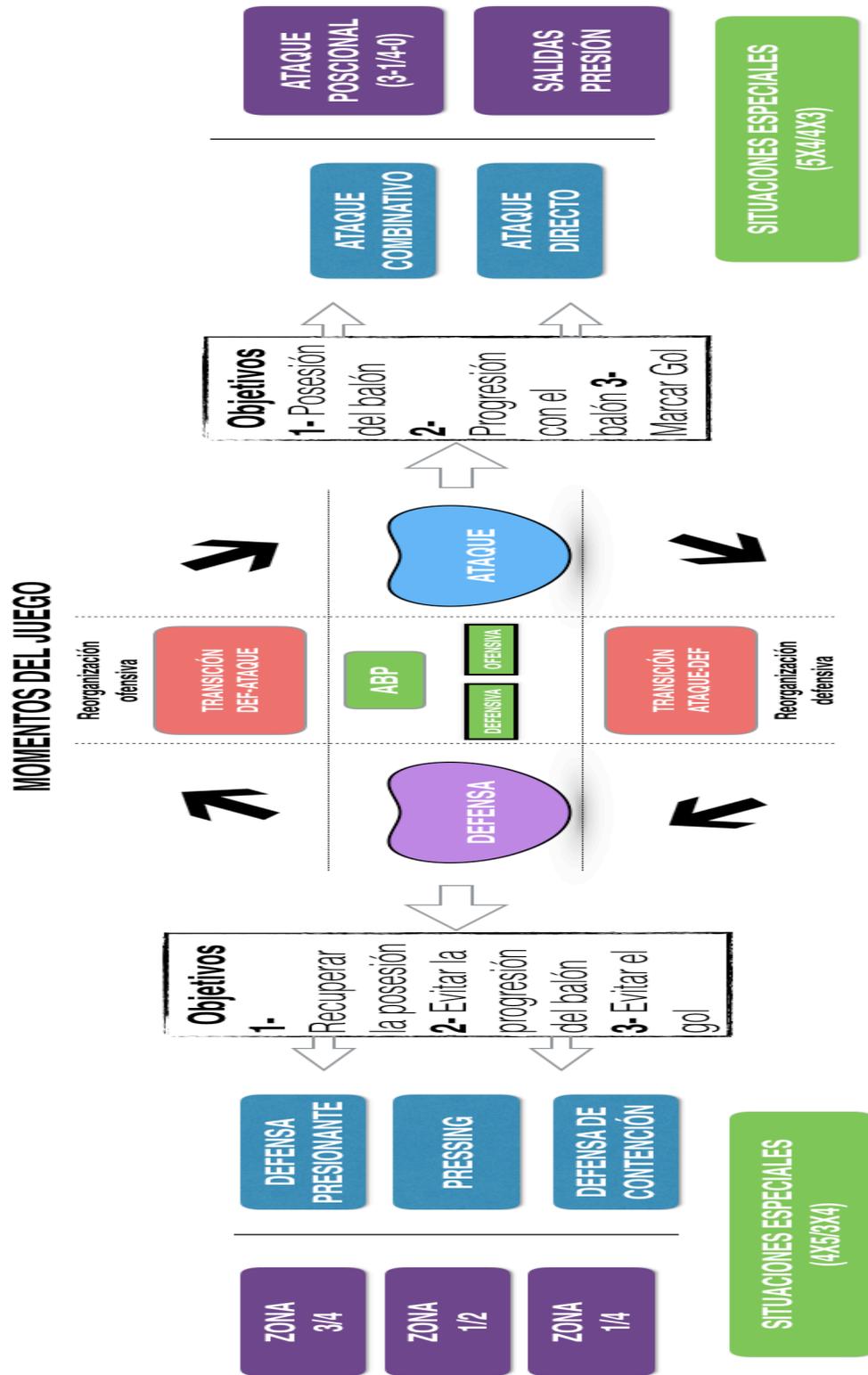


Figura 1. Principios generales y específicos del fútbol sala.

1. 2. 2. 1 Demandas físicas

Esta estructura de juego formal genera una carga externa al jugador, que cuantificada en la distancia media total cubierta durante un partido es de 4313 m ($S=2139$, rango de 601-8040), pero debido al número ilimitado de sustituciones, se debe considerar la distancia recorrida relativa al tiempo de participación en el juego del deportista. Así, la distancia media recorrida por minuto es de 117.3 m.min ($s=11.6$, rango 102.7-145.4) (Barbero-Álvarez et al., 2008). Además, un 8,9% de esta distancia se recorre a máxima velocidad o sprint, un valor bastante alto si se compara con otros deportes de interacción (Barbero-Álvarez et al., 2008).

Si comparamos la carga externa, entre las dos partes en las que se divide el juego, no existen diferencias significativas en la distancia total recorrida entre la primera y la segunda parte, sin embargo, la distancia relativa recorrida por minuto sí que desciende en un 7.1% como consecuencia de la fatiga en los jugadores, a pesar de que el ritmo de juego no decrece (Barbero-Álvarez et al., 2008). La participación media de los jugadores por partido oscila entre el 38-56% del tiempo total de partido, esto es debido a que el número de sustituciones permitidas es ilimitado (Doğramacı, Watsford, & Murphy, 2015).

Como indicador de la carga interna, los valores de La Frecuencia Cardíaca(FC) aportan que, la media de la FC de los jugadores de élite es de 175 lat/min, que correspondía a una intensidad media de 89,8% de la FCmáx. Si estos valores los comparamos con los de jugadores amateur, se observa como, los jugadores de élite están por encima a los de un jugador amateur, que poseen una media de la FC de 170 lat/min, lo que supone el 86,2% de FCmax (Makaje, Ruangthai, Arkarapanthu, & Yoopat, 2015). Al comparar las dos partes de juego, se obtienen datos significativamente mayores en la primera parte con respecto a la segunda mitad del partido (Barbero-Álvarez et al., 2008).

1. 2. 2. 1. Demandas mentales

El entorno del fútbol sala antes definido no solo genera una carga física al jugador sino también mental. Según DiDomenico & Nussbaum (2008), la carga mental es el costo de recursos para un individuo, dadas sus capacidades, mientras consigue un nivel de rendimiento determinado en una tarea con demandas específicas. A su vez dicha carga consta de dos componentes: cognitivos y emocionales aunque ambas están íntimamente relacionadas y contribuyen a la carga mental total (Cárdenas, Conde, & Perales, 2015).

La carga emocional surgiría del esfuerzo por parte del jugador para controlar los estados emocionales negativos experimentados durante la competición, ya sea por el feedback que el propio deportista recibe de su rendimiento o por el que le facilita su entrenador. Como dicen Cárdenas, et al., (2015) *“sólo se deberá identificar como parte de la carga mental aquellas influencias emocionales que afectan directamente a la dificultad de la tarea o que provocan interferencia o facilitación directa de la misma, reduciendo o incrementando los recursos cognitivos y motivacionales disponibles”* pag. 12.

En fútbol sala, al igual que en cualquier deporte de interacción de cancha pequeña, en el que la densidad de jugadores por metro cuadrado es elevada, y existe gran presión temporal para poder decidir, los errores son muy comunes y frecuentes. Esto hace pensar que la carga emocional es alta para estos deportistas. Además, las repercusiones del error también influyen en la carga emocional. A mayor repercusión mayor carga mental. En fútbol sala el tanteo en los partidos suele ser muy igualado (Naser & Ali, 2016), y cualquier error cerca de su final puede tener grandes consecuencias.

El componente puramente cognitivo de la carga mental ha sido tradicionalmente analizado por la ergonomía cognitiva. En ella se pueden encontrar diferentes constructos teóricos explicativos, en los que cada uno exponen sus diferentes componentes. La concepción más clásica se basa en la metáfora del cerebro como un procesador de información con una capacidad limitada (Cárdenas et al., 2015). A medida que use más esos recursos más carga mental soportará la persona. Este modelo se ha visto superado por otros más novedosos y que han dado cuenta de la verdadera

naturaleza de dichos recursos. El más actual es el que usa la carga mental como requerimientos del control atencional. Los recursos utilizados durante una tarea van a depender del tipo de atención utilizada. Cada tipo de atención estaría formada por un sistema complejo de redes neuronales diferentes: red de alerta, red de orientación y red ejecutiva (Posner, 1994). Se habla de un aumento de la carga mental cuando se activa la red ejecutiva, que es la encargada de distribuir la atención en las operaciones necesarias para solucionar un problema específico. A mayores operaciones mayores recursos atencionales ocupados, y por tanto mayor carga cognitiva. De esta manera, las tareas que requieren mayor atención ejecutiva van a generar en el participante cambios fisiológicos, como aumento de la presión intraocular (Vera, Jiménez, García, & Cárdenas, 2017) y descenso de la variabilidad de la frecuencia cardiaca (Luque-Casado, Perales, Cárdenas, & Sanabria, 2016) que indican que la persona está experimentando una mayor carga mental.

Los deportes de interacción vienen definidos por un nivel elevado de entropía, es decir, de elevada variabilidad (Marek, Noworol, & Karkowski, 1988), una disminución del tiempo para procesar la información relevante (Cárdenas et al., 2015), y la presencia tanto de estímulos simultáneos a los que atender como de información presente que inhibir (Romeas, Guldner & Faubert, 2015). Enfrentarse a estos entornos supone al deportista unos niveles de carga mental muy elevados, ya que deben utilizar grandes recursos de la red ejecutiva de la atención. Esto hace pensar que una atención ejecutiva más desarrollada se adaptaría mejor las demandas mentales de fútbol sala, por lo que estos recursos cognitivos van a ser clave para el rendimiento deportivo en estos deportes (Alarcón, Ureña, Castillo, Martín, & Cárdenas, 2017).

1. 3 Factores predictivos de rendimiento en deportes de interacción

La detección y selección del talento son fundamentales para el desarrollo de futuros jugadores de élite (Larkin & O'Connor, 2017). Dicha identificación puede definirse como el proceso de reconocer a los participantes actuales con el potencial de convertirse en jugadores de élite

(Williams & Reilly, 2000). Los indicadores que se han utilizado para medir el rendimiento en deportes de interacción tradicionalmente se han basado en el análisis de las habilidades motoras del jugador y de sus características físicas (composición corporal, velocidad, resistencia, etc.) (Reina & Hernández, 2012). Así, por ejemplo, se ha comparado la composición corporal según puestos específicos, y a diferencia de otros deportes, como baloncesto o balonmano, en el fútbol sala no existen diferencias significativas en la composición corporal entre las diferentes posiciones tácticas (Ramos-Campo et al., 2014).

Esta perspectiva no ha permitido una detección del talento precoz, fundamentalmente porque este proceso es complejo ya que el rendimiento tiene carácter multifactorial y hay diferentes cualidades asociadas con el desempeño, haciendo difícil averiguar cuál de ellas es la determinante del éxito o del fracaso (Larkin & O'Connor, 2017). Es por ello que se recomienda que los entrenadores consideren este enfoque multidisciplinar para la identificación del talento (Unnithan, White, Georgiou, Iga & Drust, 2012).

En la Figura 2 se muestran los predictores potenciales de talento en fútbol (Williams & Reilly, 2000). Para lograrlo es necesario analizar otros factores igual de importantes en el rendimiento como los motores. Esto pasa por un análisis de las características psicológicas de los deportistas. Se sabe, por ejemplo, que el rendimiento de un atleta en el campo no sólo implica un conocimiento específico de las claves y reglas de acción de su deporte, sino también una modificación de la información dependiente del aprendizaje (Lex, Essig, Knoblauch, & Schack, 2015). En definitiva, para conseguir el éxito deportivo, los deportistas de élite van a necesitar tanto de las habilidades perceptivas y cognitivas como de las capacidades físicas y motoras. (Williams, Davids, & Williams, 1999).

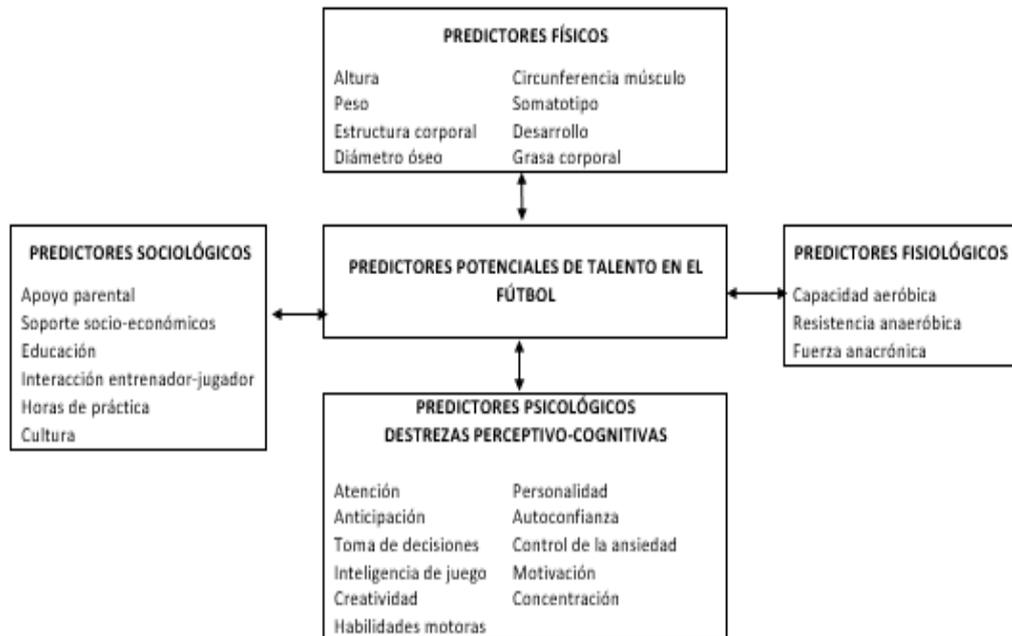


Figura 2. Factores predictores de talento en fútbol Adaptada de Williams & Reilly (2000).

1.4. Paradigma experto-novato

Uno de los enfoques más utilizados en las ciencias del deporte para detectar el talento ha sido el paradigma experto-novato, el cual se centra en precisar cómo los deportistas agrupados por ser considerados excelentes, se diferencian de otros grupos que no lo son, a los que se le denomina inexpertos o novatos (Castejón, 2010). Una forma de agrupar a los deportistas y compararlos ha sido según su pericia. Ésta ha sido definida como la capacidad de demostrar habilidades superiores de rendimiento (Janelle & Hillman, 2003), por lo que se requieren altos niveles de entrenamiento o práctica para alcanzarla (Baker, Horton, Robertson-Wilson & Wall, 2003). En los deportes de interacción la pericia es un elemento crucial para competir a un alto nivel (Mann, Williams, Ward, & Janelle, 2007), pudiendo ser entendida como la especialización en un campo o área en particular donde el sujeto posee el dominio de las habilidades o

conocimientos, incluyendo cómo y por qué hacerlo (Rocha & Clemente, 2012).

En las últimas décadas, la pericia ha sido explorada por varios investigadores de diferentes campos que van desde la música, el arte, la educación o las matemáticas hasta el deporte. Las personas con gran pericia consiguen grandes logros al límite de la capacidad humana, lo que mantiene la atención de varios investigadores que buscan respuestas específicas acerca de cómo se consigue esta excelencia (Coutinho, Mesquita, & Fonseca, 2016).

1. 4. 1 Pericia y capacidades cognitivas

El interés por la estructura perceptivo-cognitiva de los deportistas ha aumentado dentro del contexto del rendimiento deportivo, sobre todo en los deportes de interacción (Quevedo, Padrós, Solé & Cardona, 2015), llegando incluso a definir el rendimiento deportivo como un sistema complejo que requiere de un conocimiento cognitivo que procese las situaciones pasadas, las actuales e incluso las que pueden pasar, combinado con la capacidad del jugador para realizar la acción deportiva requerida (Cotterill & Discombe, 2016). Este enfoque del deporte entiende al deportista como alguien capaz de procesar la información y solucionar los problemas que se le planteen en el entorno deportivo (Vila-Maldonado, García, & Contreras, 2012).

Según Vickers (2007) existen siete habilidades cognitivas críticas para el rendimiento en los deportes de interacción:



Figura 3. Habilidades cognitivas críticas para el rendimiento en deportes de interacción Adaptada de Vickers (2007)

Atención

Es un sistema complejo, no unitario, cuyas partes se concretan en un conjunto de redes de áreas específicas (Colmenero, Catena, & Fuentes, 2001). Como se ha expuesto anteriormente, se distinguen tres redes atencionales, (Posner & Raichle, 1994): red atencional anterior, relacionada con la función ejecutiva, que determina seleccionar los objetos más relevantes entre otros múltiples existentes; la red atencional posterior se relaciona con el procesamiento atencional espacial, es decir, orientar la atención hacia el foco más relevante que se sitúa en el espacio, este proceso se denomina también orientación de la atención (Posner, 1980). El tercer mecanismo es la red de alerta o el estado de vigilancia, que se expresa como *“el encargado de mantener el estado de alerta necesario cuando se requiere que el sujeto responda a estímulos de aparición infrecuente”* (Castillo & Paternina, 2006, p. 313).

El sistema complejo de la atención requiere por tanto de diversos

sub-procesos a fin de filtrar la información más necesaria para el ser humano. Estas redes atencionales comprenden diversas dimensiones que se enmarcan en función del carácter selectivo y focalizador del mecanismo de la atención (Davies, Jones, & Taylor, 1984), dando lugar a diferentes sub-procesos de la atención, siendo éstos: la atención selectiva, atención sostenida, orientación de la atención y atención dividida (Memmert, 2009).

Concentración o atención sostenida

Para Parasuraman (1984) la atención sostenida se produce cuando un individuo mantiene la atención y permanece en estado de vigilancia sobre un estímulo o evento concreto durante un periodo de tiempo determinado. Este sub-proceso de la atención es también denominada concentración (Estévez-González, García-Sánchez, & Junqué, 1997), y tal y como afirma González (2007) es esencial para que el deportista adquiera el máximo rendimiento posible. Está relacionado con la capacidad de mantener la atención durante todo el proceso del tiempo de juego, discriminando aquellos estímulos internos y externos que influyan de forma negativa en las tareas que son relevantes.

Para lograr mantener la concentración González (2007) afirma que los sujetos deben cambiar el foco atencional constantemente, refiriéndose a los estilos atencionales que desarrolló Nideffer (1976) sobre las dimensiones de amplitud y dirección.

Los estudios de neuroimagen han demostrado activaciones parietales y frontales del hemisferio derecho cuando se pide a las personas que alcancen y mantengan un nivel elevado de alerta incluso durante un corto periodo de tiempo (Miyake et al., 2000).

Pese a la importancia que obtiene la atención sostenida en el deporte, según la revisión de Memmert (2009), en la actualidad no se encuentra ningún estudio que muestre las diferencias de la atención sostenida en relación a la experiencia deportiva.

Atención selectiva

La atención selectiva hace referencia a la capacidad para atender a

uno o dos estímulos relevantes sin confundirse ante el resto de estímulos que actúan como distractores, para Schmidt & Frotta (1986) la atención selectiva permite a los deportistas centrarse en los indicadores más relevantes que ofrece el entorno del juego. Este sub-proceso de la atención determina la capacidad que tiene el sujeto de discriminar aquellos estímulos contaminantes e irrelevantes, seleccionando aquellos que inciden en la consecución del éxito.

En el estudio de Alarcón, Cárdenas, Miranda, Ureña, & Piñar (2010), se muestra que la atención selectiva está relacionada con el conocimiento explícito del jugador del deporte específico, es decir, que el bagaje de conocimientos sobre el juego que el deportista presenta influye en la capacidad de atención selectiva. A mayor conocimiento sobre la estructura y desarrollo del juego, mayor será la capacidad de seleccionar los aspectos más relevantes que aparecen dentro de su campo visual.

En los deportes de interacción, donde se desarrollan una colaboración-oposición directa, el entorno está constantemente cambiando, y los jugadores reciben multitud de estímulos de los que deben seleccionar aquellos más relevantes, y todo ello con la capacidad limitada de la atención y memoria de trabajo que disponen (Ruiz & Arruza, 2005).

Abernethy & Russell (1987) mostraron que los expertos en deportes como el bádminton, obtienen resultados muy eficientes a la hora de seleccionar los estímulos más relevantes. Ésto puede ser debido a la experiencia y conocimiento de los jugadores que permiten focalizar la atención en aquellos espacios donde se extraiga mayor información (Magill, 1998). Por tanto, la atención selectiva se considera que mantiene un vínculo muy estrecho con la orientación de la atención (Memmert, 2009), puesto que para que el jugador consiga seleccionar el estímulo más adecuado es necesario orientar la atención hacia el espacio donde surja dicho estímulo.

La orientación de la atención

Según Posner (1980) es un mecanismo central que permite al sujeto focalizar su campo de visión hacia los estímulos más relevantes, localizando la ubicación donde se prevé que aparezcan dichos estímulos. Está

relacionada con la anticipación de la atención visual espacial y temporal (Correa, Lupiañez, & Tudela, 2004), que permite al sujeto prepararse para dirigir la atención en el momento y espacio adecuado donde aparecerá el estímulo relevante. Por ello, la orientación de la atención mantiene un vínculo con la atención selectiva, puesto que consigue dirigir la atención hacia los estímulos más relevantes, para que posteriormente se seleccionen de forma más rápida y precisa. Cuando se orienta la atención a estímulos centrales del campo visual, se considera voluntaria, mientras que se considera como un proceso más automático, cuando se orienta a objetos presentes en la periferia del campo (González & Casáis, 2011).

Ésto lo explica Didierjean & Marmeche (2005) en su estudio, mostrando que los expertos codifican automáticamente las situaciones de juego mediante la construcción de una representación previa de la escena observada.

Atención ejecutiva

A nivel estructural las áreas implicadas en la atención ejecutiva se distribuyen entre el área dorsal del córtex cingulado anterior, el córtex prefrontal dorsolateral, y el córtex prefrontal centrolateral. Estudios recientes han conseguido demostrar cierta especialización de tareas asociadas con cada una (Fuentes & García-Sevilla, 2008). Así, el córtex cingulado anterior se ha asociado a tareas que generan conflicto. Una de las tareas más utilizadas para analizar este tipo de atención ha sido la tarea de Stroop, que requiere suprimir información preponderante como leer la palabra escrita, a favor de otra que no lo es, como verbalizar el color en que está escrita la palabra, para realizar la respuesta correcta. En cambio, cuando la tarea genera un conflicto emocional, es decir, hay que inhibir una emoción, la activación se traslada hacia una zona más ventral del cingulado. En estos casos la atención se dirige de forma prepotente a la fuente amenazante que origina la ansiedad, por lo que sería necesario inhibir dicha tendencia para dirigir la atención a la tarea en curso (Knaepen, Goekint, Heyman, & Meeusen, 2010). La otra función de la atención ejecutiva es distribuir los recursos atencionales disponibles en dos tareas simultáneas.

Es lo que algunos autores han denominado atención dividida (García, 1997). Este hecho es muy importante en los deportes de cooperación oposición, por la demanda atencional que se produce en un mismo espacio-tiempo debido a la gran cantidad de estímulos simultáneos que aparecen en el desarrollo del juego. Para el análisis de este proceso se ha usado el paradigma de doble tarea, es decir, atender a dos tareas de forma simultánea.

Diversos estudios (Beilock, Carr, MacMahon, & Starkes, 2002; Gabbett & Masters, 2011; Jackson, Ashford, & Norsworthy, 2006) han mostrado como el rendimiento deportivo se ve deteriorado cuando el deportista debe atender a dos tareas de forma simultánea.

Anticipación

Conocida como la habilidad del jugador de predecir una acción del juego antes de su aparición (Vila-Maldonado et al., 2012). Este factor es clave para la ganancia de tiempo de reacción y ejecución de movimientos eficientes a nivel deportivo, y ha sido establecida como una de las mayores habilidades que adquieren los deportistas debido a la sensibilidad de la percepción y procesamiento de la información (Correa-Mesa & Álvarez-Peña, 2016).

La capacidad de anticipación está relacionada, como vimos en el apartado anterior, con el conocimiento que posee el jugador de las reglas de acción de su deporte. Este conocimiento le va a permitir detectar la presencia de ciertas claves del entorno que son predictoras de respuestas concretas de los compañeros o de los adversarios (Perales, Cárdenas, Piñar, Sánchez, & Courel, 2011).

Memoria

Los deportistas toman decisiones influenciados por las estructuras de conocimiento que poseen almacenadas en la memoria, y la capacidad para procesar información (Alarcón, Cárdenas, Miranda, Ureña, & Piñar, 2011). También es esencial una óptima memoria de trabajo para realizar eficazmente las operaciones de codificación, actualización y manipulación

de la información percibida durante la acción de juego. Como se verá en el siguiente capítulo de manera más detenida, esta memoria de trabajo va a ser determinante en el rendimiento de estos deportes.

Patrón de reconocimiento

Aptitud del jugador de percibir mientras nos movemos a través de entornos complejos o capacidad del jugador de reconocer patrones de comportamiento en el juego (por ejemplo, oponentes). Se requiere para detectar objetos y localizaciones durante el movimiento y en juegos tácticos (Vila-Maldonado et al., 2012).

La habilidad de detectar patrones de juego es clave para el rendimiento en deportes de interacción (Williams & Ford, 2008), la velocidad a la que se desarrollan las acciones obligan al jugador a valorar la trayectoria del implemento y emitir la respuesta adecuada en poco tiempo (Vila-Maldonado, Sáez-Gallego, Abellán & García-López, 2014). El jugador en primera instancia debe capturar los elementos más relevantes del entorno, para posteriormente, realizar una selección eliminando la información no necesaria y usando aquella que le resulta útil para poder anticiparse a los eventos que puedan surgir, recordando lo que anteriormente nos ocurrió a partir del estímulo de la situación nueva (Tenenbaum, 2003). Es decir, detectar patrones en el juego permite recordar lo que anteriormente ocurrió, a partir del estímulo de la situación nueva (Williams & Ford, 2008).

El jugador retiene, recuerda y reconoce información de situaciones de juego (Evans, Whipp, & Lay, 2012). Así, el reconocimiento de diferentes escenarios durante las fases de juego da como resultado lo que Abernethy (1991) describe como la paradoja del tiempo, en la que los deportistas expertos que operan bajo restricciones de tiempo extremas parecen tener "todo el tiempo en el mundo". La información sobre los oponentes y los elementos del "patrón de reconocimiento" son componentes clave en su enfoque para la preparación del partido (Horrocks et al., 2016).

Resolución de problemas

Los jugadores de deportes de interacción están constantemente teniendo que resolver problemas. Éstos deben tener la capacidad de abordar una situación problemática en el contexto real, procesar la información y tomar la decisión correcta (Voss, Kramer, Basak, Prakash, & Roberts, 2009). Por tanto, la capacidad que tiene el jugador de seleccionar la respuesta adecuada dentro del contexto cambiante y con una gran incertidumbre, va a ser un aspecto clave para el rendimiento (Vestberg, Gustafson, Maurex, Ingvar, & Petrovic, 2012). Esta capacidad permite que, las situaciones raras y sorpresivas propias de los deportes de interacción, se trasformen en una situación posible (Vila-Maldonado et al., 2012).

Toma de decisiones

Proceso por el cual el deportista elige cómo actuar o reaccionar a las demandas del entorno para conseguir distintos objetivos de rendimiento (Hodges, Huys, & Starkes, 2007). Las condiciones cambiantes de compañeros y adversarios en espacios reducidos y el poco tiempo disponible durante el desarrollo de las acciones colectivas en los deportes de interacción, provoca un mayor número de estímulos para recibir y procesar, lo que determina que la toma de decisiones sea de una gran complejidad (Alarcón et al., 2011).

Horrocks et al. (2016) estudiando la toma de decisiones en el fútbol de élite propone una teoría (Figura 4) basada en cuatro puntos sobre el proceso de toma de decisión consciente en un partido de fútbol de élite: Se recoge la información, se codificada para darle sentido, se compara con la información almacenada, se evalúa y se actúa sobre ella.

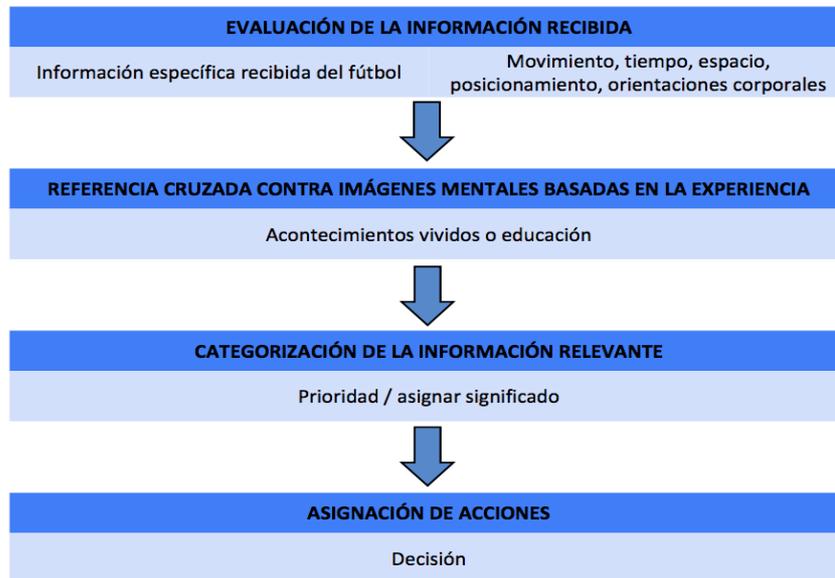


Figura 4. Proceso de toma de decisiones adaptada Horrocks et al. (2016)

Conocer el funcionamiento de los procesos decisionales va a ser fundamental en el rendimiento deportivo, su análisis se ha llevado a cabo desde diferentes perspectivas, la perspectiva de la psicología cognitiva y social (Bar-Eli & Raab, 2006) y la perspectiva ecológica (Araujo & Davids, 2009). En la perspectiva cognitiva se relacionan las etapas del procesamiento de la información que subyacen en la toma de decisiones, mientras que en la psicología ecológica toman relevancia los procesos de percepción y como éstos pueden guiar las acciones de los sujetos de forma directa (García-González, Araújo, Carvalho, & Del Villar, 2011)

Una aproximación a la psicología cognitiva se produce con Ripoll (1991) quien describió que los mecanismos (búsqueda visual, semántica visual y sensoriomotora, la anticipación, la precisión del tiempo, el tiempo de decisión, la orientación de la atención...) tenían relación en los procesos que intervienen entre la entrada de información y la respuesta conductual, es decir, entre el *“input”* y el *“output”*.

Se describen dos modelos del estudio de la toma de decisiones desde esta perspectiva: por un lado el modelo bajo el estudio de parámetros visuales y temporales (el comportamiento visual puede proporcionar el acceso a fuentes de información en los momentos anteriores a la respuesta o el tiempo de reacción, que puede reflejar los procesos cognitivos posteriores al procesamiento de la información), y por el otro, el estudio bajo el modelo de memoria, que abarca procesos de razonamiento y análisis en torno a las decisiones tomadas en una competición o situación real de juego (patrones de comportamiento) y que están almacenadas en la memoria (García-González et al., 2011).

La perspectiva ecológica evalúa las restricciones específicas del dominio (Araujo & Davids, 2009) inclinándose sobre todo hacia la conexión percepción-acción (García-González et al., 2011). El comportamiento del sujeto se condiciona por los diferentes factores (Figura 5), como por ejemplo, la posición de inicio preferida en una línea de salida de una regata, está claramente acoplada con la zona de contra viento hacia la que el marino tiene intención de ir, poniendo de relieve la necesidad de estudiar el comportamiento de decisión de los atletas que se desempeñan bajo restricciones específicas del deporte (Araujo & Davids, 2009).

Horrocks et al. (2016) analizando un estudio de caso (Gary Neville), describe los componentes críticos para una buena capacidad de toma de decisiones: (i) el conocimiento previo desarrollado a través de la observación cuidadosa, (ii) la identificación precisa de una secuencia de acción apropiada, (iii) la experiencia de desplegar soluciones en simulaciones de prácticas, (iv) sentirse seguro de que el "análisis de necesidades" sea correcto y de que las respuestas requeridas se habían integrado en el repertorio de juego.

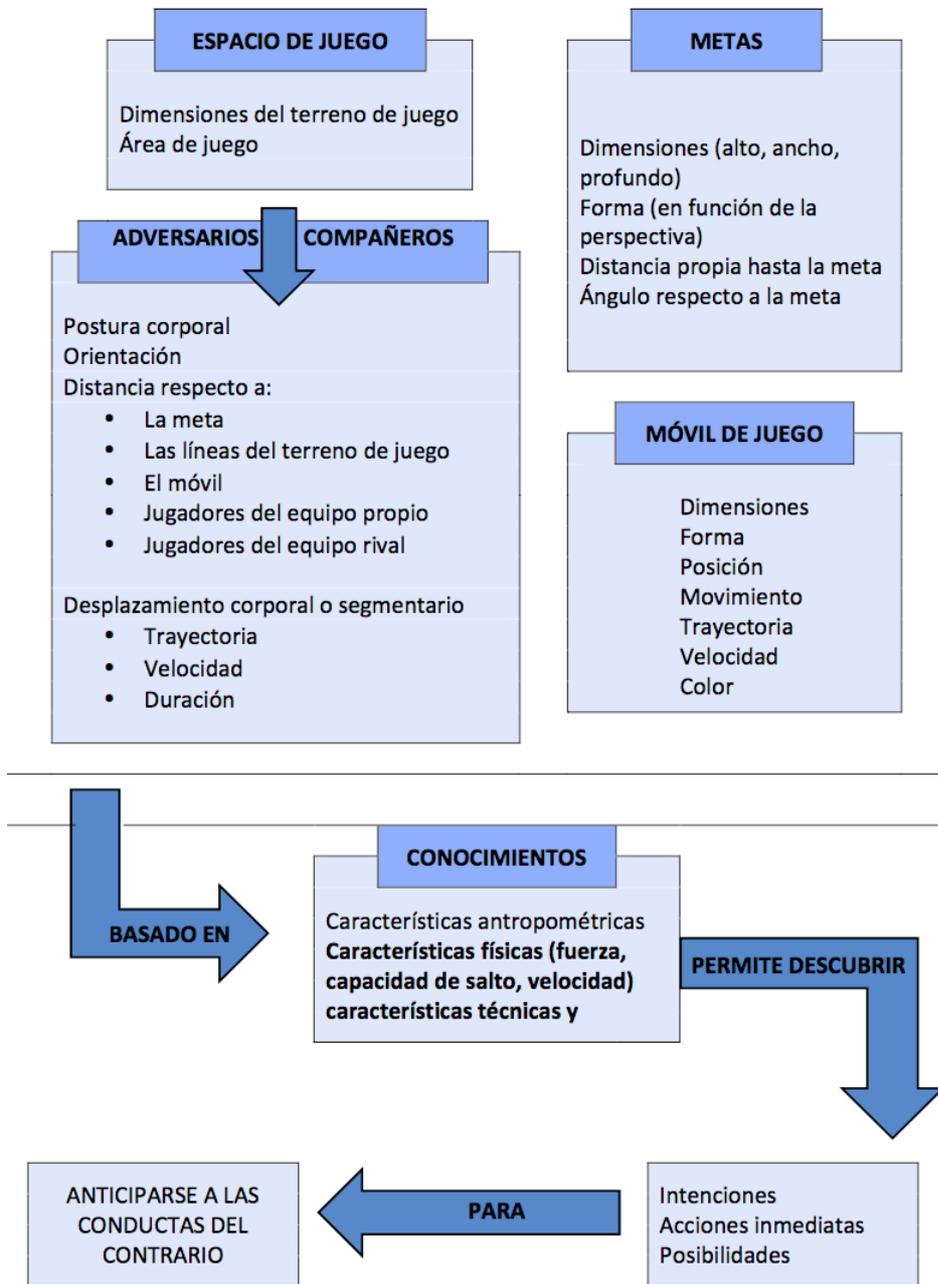


Figura 5. Factores que influyen en la toma de decisiones (Cárdenas, 2003)

En conclusión, la toma de decisiones por parte de los jugadores en los deportes de interacción es un proceso de gran complejidad que tiene que ver al menos con tres factores: (i) las propias capacidades del deportista, como su composición corporal o características psicológicas, (ii) la tarea que debe resolver, determinada por la estructura formal del deporte y (iii) las características del entorno de actuación (Lago, 2010).

La comparación entre deportistas según su nivel de pericia ha sido ampliamente estudiada (Alves et al., 2013; Faubert, 2013; Mann et al., 2007; Romeas et al., 2015; Voss et al., 2009) usando diferentes paradigmas dentro y fuera del contexto deportivo para determinar las diferencias entre ambas poblaciones en variables mentales, utilizando los datos para la identificación y desarrollo del talento (Abernethy, 1987; Farrow & Abernethy, 2003).

Se considera el desarrollo de la pericia deportiva como resultado de la interacción exitosa de las limitaciones biológicas, psicológicas y sociológicas (Baker et al., 2003; Rocha & Clemente, 2012), considerando al factor psicológico como el agente que media entre el rendimiento de los jugadores y sus capacidades (Olmedilla et al. 2015).

Autores como Faubert (2013) cuestiona en qué medida los deportistas tienen cerebros anatómicamente y funcionalmente diferentes a los no deportistas, y si esta diferencia se podría relacionar con el nivel de rendimiento. Otra duda está en saber si estas diferencias existieran, en qué medida se han desarrollado por la práctica en estos deportes o ha sido una selección natural del talento la causa de estas diferencias. Es por ello que los investigadores han utilizado dos enfoques diferentes que intentan identificar esta superioridad perceptiva-cognitiva según el nivel de pericia (Alves et al., 2013). La primera y más común es la teoría que apoya que la experiencia se basa en el enfoque de desempeño experto (Romeas et al., 2015). Este enfoque se encarga de evaluar a deportistas élite, sub-élite y/o nóveles en el contexto deportivo, con una alta validez ecológica y un alto grado de especificidad (Voss et al., 2009). La otra teoría se basa en el enfoque de habilidades cognitivas, y tiene como objetivo examinar si la experiencia deportiva influye en las funciones cognitivas fuera del dominio específico del deporte (Romeas et al., 2015).

1. 4. 1. 1 Enfoque de desempeño experto

Es evidente, que existen unas capacidades cognitivas que distinguen a los expertos de los inexpertos en el comportamiento perceptivo-cognitivo que les permite anticipar y predecir eventos futuros, y que comúnmente se le ha llamado la capacidad de “leer el juego” (Romeas et al., 2015). La percepción del movimiento biológico implica la capacidad de los sistemas visuales para reconocer los movimientos humanos complejos cuando se presentan como un patrón. Esta tarea es fundamental para evitar colisiones y anticipar los movimientos de los oponentes en el deporte (Faubert, 2013). Sin embargo, las habilidades visuales, como la AVE (Agudeza visual estática), la AVD (Agudeza visual dinámica), la visión periférica o la función binocular no son las que van a marcar la diferencia entre deportistas expertos, deportistas nóveles y sedentarios, sino la capacidad de éstos para procesar esa información captada a nivel cognitivo (Quevedo et al., 2015). Así, cuando se comparan las capacidades cognitivas en deportistas con diferentes niveles de pericia en tareas de un dominio específico, los expertos han demostrado ser superiores. En su revisión, Chaddock, Neider, Voss, Gaspar & Kramer (2011) han encontrado interesantes diferencias significativas entre los deportistas y no deportistas en diferentes habilidades como capacidad de realizar multitarea y en la velocidad de procesamiento de la información en tareas específicas del deporte.

También se han encontrado que los expertos usan una estrategia de búsqueda visual diferente a los novatos, siendo los jugadores expertos capaces de tener un menor número de fijaciones de larga duración, con periodos prolongados de descanso de los ojos, lo que nos puede indicar que dedican menos tiempo a estímulos visuales que los novatos, teniendo esto una influencia positiva en su rendimiento (Mann et al., 2007), ya que los expertos son capaces de saber cuáles son las áreas de mayor aporte informativo, y al ignorar las áreas irrelevantes del entorno, pueden prestar atención a las más importantes (Vila-Maldonado et al., 2012).

Con respecto al estudio de la atención, en su mayoría confirman que los sujetos más expertos y con un nivel más alto de pericia desarrollan una

mayor capacidad atencional del deporte específico (Beilock et al., 2002; Didierjean & Marmeche, 2005; Furley, Memmert, & Heller, 2010; Gabbett & Masters, 2011; González & Casáis, 2011; Jackson et al., 2006; Memmert, 2006; Memmert & Furley, 2007).

Esta superioridad también se ha encontrado cuando las tareas implican el reconocimiento y recuerdo de patrones de comportamiento, los expertos tienen un mayor desempeño cuando se le presentan patrones de comportamiento de su propio deporte y se le pide recordarlo (Abernethy, Baker, & Côté, 2005). Los expertos extraen la información (compañeros, oponentes, implemento) de manera previa a tomar una decisión y la relacionan con conceptos semánticos internos o situaciones almacenadas en la memoria (Dittrich, 1999). Por el contrario, los novatos son incapaces de recoger información importante y tienen menos conceptos semánticos o situaciones almacenadas que les obligan a emplear características de superficie más distintivas al hacer tales expertos (North & Williams, 2008). El desempeño experto de reconocimiento de patrones de comportamiento se explica en teorías basadas en la memoria, derivadas desde la psicología cognitiva (Ericsson & Kintsch, 1995) y desde la psicología ecológica (Vicente & Wang, 1998). En esta línea Didierjean & Marmeche (2005) muestran que los expertos codifican automáticamente las situaciones de juego mediante la construcción de una representación previa de la escena observada.

Esta situación no ocurre sólo con patrones de su propio deporte, sino que también existe una transferencia de habilidades de reconocimiento de un deporte a otro, Allard & Starkes (1992) analizando jugadores universitarios de hockey hielo y baloncesto concluyeron que el rendimiento de los jugadores en los patrones de reconocimiento fuera de su dominio de experiencia, aunque menor que los expertos en ese deporte, todavía era bueno. Smeeton, Ward, & Williams (2004) también utilizaron este paradigma de reconocimiento para examinar la posible transferencia de las habilidades de reconocimiento de patrones entre los deportes de fútbol, hockey de hierba y voleibol, obteniendo como resultado una transferencia entre fútbol y hockey hierba en los patrones de reconocimiento. Si estas habilidades de reconocimiento de patrones son transferibles, los expertos van a superar a los no expertos en su desempeño de reconocimiento, incluso

cuando los patrones a recordar sean derivados de deportes distintos a aquellos en los que son expertos (Baker, Côté, & Abernethy, 2003).

Más allá del procesamiento contextual de la información, los expertos desarrollan expectativas más precisas sobre conocimiento de las probabilidades situacionales, es decir, el saber cuál es la probabilidad de que algo suceda en el contexto real deportivo para actuar en consecuencia (North & Williams, 2008). Se manipula la información perceptiva para intentar alterar la capacidad del individuo de hacer juicios perceptuales con respecto a los estímulos presentados, esperando que cuando la información esencial sea manipulada o eliminada tenga un efecto perjudicial, pero que cuando esta información no sea esencial, el rendimiento no disminuya (Williams, Hodges, North, & Barton, 2006). Demostrándose el esencial desempeño de los expertos frente a novatos en fútbol (Ward & Williams, 2003) y en el cricket (McRobert, Ward, Eccles, Ericsson, & Williams, 2007).

Sobre la atención dividida y de doble tarea en el deporte autores como Furley et al. (2010), Gabbett & Masters (2011), González & Casáis (2011), Jackson et al. (2006) y Memmert & Furley (2007), con la excepción de Castaneda & Gray (2007), demostraron que los deportistas expertos poseían mayor flexibilidad atencional que los novatos en la captura de la tarea atencional.

Gabbett & Masters (2011) reafirmaron estas diferencias en una situación ecológica de rugby de doble tarea, determinando que los jugadores expertos tienen mayor capacidad de atender a varios estímulos que los jugadores novatos, tomando decisiones a su vez más eficientes. La capacidad del control atencional a los componentes de una tarea bien aprendida interfiere con el procesamiento de las destrezas automáticas. Los expertos, al tener una tarea principal automatizada, procesan la información inconscientemente, lo que les permite liberar su atención a otros estímulos inesperados que suceden simultáneamente durante el juego. (Beilock et al., 2002).

En esta misma línea, Memmert (2006) encontró que jugadores con menos pericia en baloncesto y balonmano tenían más problemas para

percibir un objeto inesperado en un entorno dinámico. Por tanto, los deportistas expertos son más eficaces en la toma de decisiones en situaciones de doble tarea, siendo más rápidos y precisos, que los deportistas novatos.

Estos resultados también se han encontrado en la toma de decisiones. Johnson & Raab (2003) descubrieron que la calidad de las decisiones de jugadores de balonmano experimentados estaba directamente relacionada con la fluidez con la que vienen a la mente. En un experimento se pidió a un grupo de jugadores de balonmano de élite que observaran una acción de juego en una pantalla. La imagen se paraba justo antes de que el jugador con balón tuviera que decidir. En ese momento, se pedía a los jugadores que decidieran la mejor opción lo más rápido posible. Esta decisión coincidía con la que un grupo de entrenadores expertos consideraban la correcta. En cambio, cuando a los mismos jugadores se les pedía que generasen todas las opciones posibles y luego eligiesen la que creían mejor, la calidad de sus decisiones se veía deteriorada. Cuando este estudio se repitió con novatos, las decisiones acertadas tuvieron una dinámica contraria. Los novatos decidían mal si tenían que hacerlo con presión temporal. Si se les permitía más tiempo para decidir y hacer consciente su decisión, su porcentaje de acierto subía.

En esencia, los estudios sobre el enfoque experto han encontrado que los expertos se desempeñan mejor que los novatos en tareas específicas del propio deporte, tienen mejores puntuaciones dentro del entorno ecológico en pruebas de memoria explícita, atención, capacidad de focalizar la atención, percepción, procesamiento de la información, anticipación y mayor destreza en la toma de decisiones (Voss et al., 2009).

1. 4. 1. 2. Enfoque habilidades cognitivas

Está claro que los deportistas de élite son más precisos en su toma de decisiones en tareas específicas en relación con sus homólogos menos cualificados (Mann et al., 2007). Pero fuera de su dominio específico esto no está tan claro. Se han encontrado resultados contradictorios y poco concluyentes sobre la relación entre el nivel de pericia deportiva y las

capacidades cognitivas básicas (Voss et al., 2009).

Lo que ocurre es que tradicionalmente desde el ámbito educativo se ha sido bastante optimista con la idea de que es posible que los alumnos “aprendieran a aprender”, es decir, de que se pudieran adquirir habilidades cognitivas que fueran transferibles a diversos dominios. Este modelo, que se remonta a Aristóteles, se fundamentaba en que las personas poseían unas facultades generales tales como la atención, la memoria o el razonamiento que se podían adquirir ejercitándose en diferentes dominios gracias sobre todo a una educación rica en diferentes materias como, las matemáticas, la geometría, estudiar un idioma, o jugar al ajedrez.

Pero esta percepción no concuerda con los resultados académicos. La especialización de las habilidades cognitivas que adquirimos es un concepto muy aceptado en psicología, es decir, el desarrollo de dichas habilidades son dependientes del contexto y, por lo tanto, difícilmente transferibles a otros contextos diferentes. Recientemente se puede comprobar el interés por la transferencia de la investigación al campo práctico, fruto del cual han surgido iniciativas que ofrecen métodos o procedimientos para la mejora de dichas habilidades cognitivas. Lamentablemente los resultados de los estudios en laboratorio no demuestran que exista una transferencia fuera de él, en nuestra vida cotidiana. El rendimiento tiende a ser específico de la tarea con la que uno se entrena (Chabris & Simons, 2011).

Estudios que se desarrollaron con ajedrecistas demostraron que los expertos tenían una memoria superior específica que los novatos, lo que les permite recordar mejor las piezas del tablero. Sin embargo, cuando se les medía su memoria para otros tipos de información, las diferencias entre expertos y novatos desaparecían (Ericsson & Kintsch, 1995). Ésto mismo sucede con otras habilidades cognitivas como estrategias de búsqueda visual (Vaeyens, Lenoir, Williams & Philippaerts, 2007; Williams, 2000).

El motivo de esta falta de evidencia ha podido deberse a la diversidad de investigación, los pequeños tamaños de muestra, la no utilización de deportistas de élite y el empleo de un número muy limitado

de pruebas cognitivas al estudio, impidiendo todo esto la posibilidad de comparar los efectos entre los estudios (Alves et al. 2013).

Este otro enfoque que evalúa la relación entre la pericia y las habilidades cognitivas básicas ha ido superando todos estos problemas intentando captar las variables que definen la verdadera complejidad del entorno en el que se genera la pericia deportiva (Ericsson, 2003; Starkes, 2003). En el meta-análisis de Voss et al. (2009) se mostró que los atletas de alto rendimiento superaron constantemente a los no expertos en pruebas de laboratorio en un subconjunto de capacidades cognitivas básicas basadas en el análisis de las señales atencionales (Anzeneder & Bosel, 1998; Enss & Richards, 1997; Lum, Enns, & Prat, 2002; Nougier, Azemar, Stein, & Ripoll, 1992; Nougier, Rossi, Alain, & Taddei, 1996; Nougier, Stein, & Azemar, 1990), velocidad de procesamiento (Bueno, 2003; Carmoney, 1993; Enss & Richards, 1997; Helson & Starkes, 1999; Kioumourtzoglou, Kourtessis, Michalopoulou, & Derri, 1998; Lippold, 1986; Lum et al., 2002; Nougier et al., 1990, 1996) y diferentes paradigmas de atención (Anzeneder & Bosel, 1998; Castiello & Umiltà, 1992; Chaddock, 2006; Kioumourtzoglou et al., 1998, Lippold, 1986; Starkes, Allard, Lindley, & O'Reilly, 1994). También Chaddock et al. (2011) encontraron diferencias entre deportistas y no deportistas en situaciones cotidianas fuera del contexto deportivo pero que requirían la multitarea. Por su parte, Faubert (2013), utilizando el paradigma del "Multiple Object Tracking (MOT)", encontró que los jugadores profesionales de deportes de equipo tenían mayor capacidad de aprendizaje en una tarea de laboratorio que consistía en el seguimiento de objetos en movimiento en un entorno en el que existían distractores que debían evitar. Además, estudios recientes, como los de Mangine et al. (2014) o Romeas et al. (2015), avalan la transferencia de estas habilidades al campo. En el primero, se comprobó que los jugadores de la NBA mostraban una alta correlación entre su capacidad de ver y responder a estímulos en la cancha con su rendimiento en el MOT. En el segundo, los autores consiguieron mejoras en la capacidad de pasar en jugadores universitarios de fútbol tras un entrenamiento basado en el MOT. Estos autores sugieren que la capacidad de aprendizaje en contextos complejos, dinámicos e impredecibles es imprescindible para alcanzar la élite en estos deportes.

Cuando se debe generar una respuesta novedosa ante un problema que plantea el juego dentro de un entorno complejo y variable se solicita al jugador diferentes demandas cognitivas de orden superior como, por ejemplo, la capacidad de cambio, o inhibición de diferentes respuestas (Diamond, 2006), movilizandando la participación del sistema ejecutivo central (Wickens, 1984). Así pues, para conseguir un comportamiento adaptativo en estos entornos, en los que los mapas de estímulo-respuesta que se pueden producir van a ser débiles, variados, o van a cambiar con rapidez, será necesario recurrir a representaciones de metas y medios, y es ahí donde la corteza prefrontal (CPF) actúa como protagonista principal encargada de desarrollar esta función (Tirapu-Ustárrroz, García-Molina, Luna-Lario, Verdejo-García, & Ríos-Lago, 2012). Estas capacidades cognitivas de orden superior son las denominadas funciones ejecutivas, y para Lezak (1982) se presentan como las capacidades mentales esenciales para llevar a cabo una conducta eficaz y creativa.

**FUNCIONES EJECUTIVAS COMO VARIABLES PREDICTORAS DE
RENDIMIENTO EN DEPORTES DE INTERACCIÓN**

2.1. Desarrollo histórico del concepto de funciones ejecutivas

La inquietud por la determinación de la conducta ha hecho que el ser humano estudie el comportamiento durante más de cien años, buscando explicar los procesos de control y regulación mental (Cadavid, 2008). En este tiempo, los lóbulos frontales han pasado de estar desapercibidos a ser la clave para realizar niveles más altos de organización en el comportamiento (Barroso & León-Carrión, 2002).

Gracias a las descripciones de Harlow (1868), con el caso clínico de "Phineas Gage", se observó uno de los primeros casos de cambio en el comportamiento humano tras una lesión en el lóbulo frontal. Harlow describía como Gage, tras un accidente en la construcción de ferrocarril, donde quedó dañada su corteza prefrontal, cambia su comportamiento hacia una conducta social irregular, caprichosa e irreverente. La historia de Gage insinuaba un hecho asombroso, de alguna manera, se observó que había sistemas en el cerebro humano dedicado a las dimensiones personales y sociales del razonamiento (Damasio, 1994).

James (1901), continuó la dinámica sobre el estudio de la conducta humana con sus aportaciones, reconociendo en el humano dos tipos de acciones, por un lado, las que requieren una decisión deliberada y por otro, acciones que se ejecutan automáticamente (rutinas, tareas cotidianas...), lo que no se debe confundir con simples y complejas, ya que las acciones complejas bien aprendidas pueden ser automáticas (por ejemplo, conducir un automóvil).

Con motivo de la finalización de la primera guerra mundial, Luria (1966, 1970), observó que los veteranos lesionados en la corteza prefrontal se desenvolvían bien en tareas rutinarias, pero eran incapaces de adaptarse a tareas novedosas. Por lo tanto, concluyó que los lóbulos frontales se hallan implicados en la ejecución de los actos motores y tienen la responsabilidad de programar, supervisar y regular el comportamiento humano (Luria, 1966).

Luria (1966) propone el funcionamiento ejecutivo y es a Lezak (1982) al que se le atribuye por primera vez el término "funciones ejecutivas", definiéndolas como las capacidades mentales necesarias para formular

objetivos, planificar cómo lograrlos y llevar a cabo los planes de manera efectiva. En su estudio, Lezak (1982), aporta las aptitudes necesarias para tener una conducta apropiada, socialmente responsable y eficaz, que son:

- Habilidad para la formulación de metas
- Capacidad de planificar
- Desarrollo de la acción en base a la meta
- Eficacia al realizar la acción.

Stuss & Benson (1986), en su libro sobre el lóbulo frontal, distribuyen de manera jerárquica el control ejecutivo, pero interactuando entre ellos, primero un grupo de sistemas posterobasales como la sensación, la emoción, la alerta... Por encima de estos sistemas se sitúan los prefrontales, que son la capacidad de impulso e iniciación temporal, a su vez y por encima de las anteriores, sobre las que predominan están las funciones de anticipación, selección de objetivos, planificación y monitorización (Barroso & León-Carrión, 2002).

Luria (1966)	Lezak (1982)	Stuss & Benson (1986)
Anticipación	Formulación de metas	Anticipación
Planificación	Planificación	Selección de objetivos
Ejecución	Acción	Planificación
Autocontrol	Ejecución efectiva	Monitorización

Tabla 2. Resumen de las primeras teorías de las funciones ejecutivas adaptada de Purdy (2011)

En las dos últimas décadas se ha ido profundizando en el papel que juegan los lóbulos frontales y cómo su función se extiende hacia el control de los procesos cognitivos (Tirapu-Ustarroz & Luna-Lario, 2008).

En conclusión, los estudios sobre el funcionamiento ejecutivo tomaron como punto de partida las alteraciones cognitivas y conductuales observadas en pacientes con lesiones frontales, así como los trabajos que trataron de identificar las regiones cerebrales implicadas en la realización de

tareas 'ejecutivas' en pacientes sanos (Tirapu-Ustárrroz, García-Molina, Luna-Lario, Roig-Rovira, & Pelegrín-Valero, 2008).

2.2 Aproximación a las Funciones ejecutivas

Aunque se han realizado considerables esfuerzos en el campo de la neuropsicología desarrollando sofisticadas teorías y modelos sobre dominios o procesos específicos (como la percepción de objetos, reconocimiento de palabras, análisis sintáctico...) todavía no existe consenso sobre una teoría convincente del mecanismo de control de las funciones ejecutivas, las cuales modulan el funcionamiento de varios subprocesos cognitivos y regulan la dinámica de la cognición humana (Miyake et al., 2000).

En la actualidad, cada vez son más los estudios que destacan las funciones ejecutivas como procesos cognitivos supervisores de la conducta porque implican la organización de acciones de alto nivel cognitivo y ejecutan pensamientos y comportamientos complejos (Álvarez & Emory, 2006).

Estas funciones sirven de base para la creación de una serie de componentes, como son las capacidades implicadas en la formulación de metas, las facultades empleadas en la planificación de los procesos y las estrategias para lograr los objetivos y las aptitudes para llevar a cabo esas actividades de una forma eficaz (Tirapu-Ústarroz & Muñoz-Céspedes, 2005).

Ésto es un debate crucial sobre la naturaleza de las funciones ejecutivas, ¿constituyen un constructo unitario o un sistema multimodal de procesamiento múltiple con distintos componentes relativamente independientes, aunque interrelacionados? (Climent et al., 2014). En este estudio se considera a las funciones ejecutivas como un "macroconstructo" (Zelazo, Carter, Reznick, & Frye, 1997), es decir, varios subprocesos de control ejecutivo (memoria de trabajo, inhibición, y flexibilidad cognitiva) que trabajan en conjunto para resolver problemas complejos y ejecutar decisiones complicadas y así lograr un objetivo (Álvarez & Emory, 2006).

Estas funciones son el núcleo principal de las funciones ejecutivas, son conocidas como capacidades cognitivas de "alto nivel" implicadas en el control y regulación de los procesos cognitivos "de bajo nivel" y el comportamiento orientado hacia el futuro dirigido a una meta (Álvarez & Emory, 2006).

2.3 Neuroanatomía de las funciones ejecutivas

Cada hemisferio cerebral está dividido en cuatro lóbulos: el frontal, el parietal, el temporal y el occipital. El Lóbulo Frontal es el lóbulo anterior del cerebro. Su límite posterior es la fisura de Rolando, o surco central, que lo separa del lóbulo parietal. En su parte inferior, se divide del lóbulo temporal por la fisura de Silvio que también conocido como la fisura lateral (Fuster, 2001). Hay diferentes regiones funcionales reconocidas en el lóbulo frontal; El córtex motor primario, el área motora suplementaria, el córtex prefrontal (Cortex orbitofrontal, corteza prefrontal ventromedial y corteza prefrontal dorsolateral) y la corteza cingulada anterior (Cavanna, 2013).

Desde que Harlow (1968) describió el famoso caso de Phineas Gage, se ha sabido que las lesiones del lóbulo frontal a menudo inducen cambios dramáticos de la conducta (Damasio, 1994; Luria, 1966). Se puede observar como los estudios (Miyake et al., 2000) sobre el funcionamiento ejecutivo toman como punto de partida esas alteraciones cognitivas y conductuales observadas en pacientes con lesiones frontales, utilizando los términos de funciones ejecutivas, lóbulo frontal o corteza prefrontal de manera indistinta (Tirapu-Ustárrroz et al., 2008). Se convirtió en una práctica estándar que los individuos que tenían unas puntuaciones bajas en las pruebas de función ejecutiva tenían un "déficit del lóbulo frontal" (Stuss, 1992).

Esta asociación entre lesión en el lóbulo frontal y funciones ejecutivas (Damasio, 1994; Harlow, 1968; Luria, 1966; Miyake et al., 2000) ha llevado a considerar esta región como el principal sustrato neuroanatómico de estas habilidades (Verdejo-García & Bechara, 2010). Sin embargo, aunque la participación de los lóbulos frontales en prácticamente cualquier "proceso ejecutivo" es probablemente una condición necesaria, en gran medida es un

requisito insuficiente (Álvarez & Emory, 2006). Según Miyake et al. (2000) las funciones ejecutivas involucran los lóbulos frontales, aunque no necesariamente excluyen a otras regiones del cerebro.

Álvarez & Emory (2006), en su revisión encontraron inconsistencias entre esta asociación entre funciones ejecutivas y lóbulo frontal, requiriendo ambas regiones del cerebro frontales y no frontales (ej. Sistema límbico y tálamo) para un buen control ejecutivo. La corteza prefrontal está conectada con el tronco encefálico, el tálamo, los ganglios basales y el sistema límbico, además, sus conexiones con el hipocampo son también de gran relevancia de comportamiento (Fuster, 2001). Todas las regiones prefrontales reciben proyecciones del hipocampo, ya sea directa o indirectamente (Barbas y Blatt, 1995)

Así, las funciones ejecutivas requieren la participación conjunta de sistemas dinámicos integrados por la corteza frontal, distintas regiones corticales posteriores y otras estructuras paralímbicas (hipocampo, amígdala o ínsula) y basales (ganglios de la base y tronco cerebral) (Verdejo-García & Bechara, 2010). Estudios de neuroimagen demuestran que las estructuras posteriores del cerebro (parietal y occipitales) también participan en las funciones ejecutivas (Koch & Fuster, 1989).

Memoria de trabajo

Numerosos estudios han relacionado las áreas dorsolateral y ventrolateral del córtex prefrontal con tareas de memoria de trabajo. La región ventrolateral estaría implicada en la recuperación de las representaciones provenientes del córtex posterior y en el mantenimiento activo de dichas representaciones, mientras que la región dorsolateral lo estaría en la selección y manipulación de las representaciones activadas y mantenidas en la región ventrolateral (Fuentes & García-Sevilla, 2008). La función de actualización ha sido vinculada a la corteza prefrontal dorsolateral (Smith & Jonides, 1997).

Verdejo-García & Bechara (2010) sentaron las bases cerebrales de la memoria de trabajo (actualización) en la corteza prefrontal lateral/dorsolateral izquierda y la corteza parietal.

Inhibición

Experimentos de lesión y evidencia clínica (Fuster, 1997) indican que el sustrato neural para esta función reside principalmente en los aspectos ventromedial y orbitofrontal de la corteza prefrontal.

La participación de la región ventromedial y orbitofrontal en la inhibición, la emoción y el procesamiento de las recompensas sugiere un papel en la autoregulación conductual, como se muestra en numerosos estudios de casos de pacientes con patología en esta área (Eslinger & Damasio 1985; Harlow 1868). Mientras el córtex orbitofrontal se encarga de la inhibición de conductas socialmente inadecuadas, el córtex ventromedial procesa las señales somáticas y emocionales que guían nuestra conducta y toma de decisiones (Bechara, Damasio, & Damasio, 2000).

El cortex orbitofrontal parece estar directamente relacionado con el proceso de elección, sin embargo, no es el encargado de codificar el error de predicción en el resultado. De evaluar las consecuencias de la elección se encarga la corteza cingulada anterior, relacionando los resultados con las expectativas anteriores (Wallis & Kennerley, 2011).

Verdejo-García & Bechara (2010) fueron pioneros en confirmar las bases cerebrales en la corteza cingulada anterior, el giro frontal inferior derecho, área pre-suplementaria y núcleo sub-talámico. Así, el córtex cingulado anterior se ha asociado a tareas que generan conflicto (Bush, Luu, & Posner, 2000).

Flexibilidad Cognitiva

Un síntoma clave de los impedimentos del lóbulo frontal es la perseveración o la repetición de la misma respuesta una y otra vez, incluso cuando claramente ya no es apropiado, se interpreta a menudo en términos de dificultad para cambiar el conjunto mental (Luria, 1966; Stuss & Benson, 1986).

Se ha indicado que el cambio entre dos tareas (*Shift*) activa tanto la región frontal como la bioccipital y regiones parietales (Moulden et al., 1998). La corteza prefrontal dorsolateral tiene un papel fundamental

también en la flexibilidad cognitiva (Bechara et al., 2000).

Verdejo-García & Bechara (2010) sientan las bases cerebrales en la corteza prefrontal medial superior e inferior, corteza orbitofrontal lateral y el núcleo estriado.

2.4 Teorías y modelos del funcionamiento ejecutivo.

A lo largo de las últimas décadas, han sido diferentes los autores que han intentado implantar nuevos modelos y teorías sobre el funcionamiento ejecutivo basado en un substrato neurobiológico en los lóbulos frontales (García, 2012). A continuación, se describe una pequeña muestra de los modelos teóricos con mayor evidencia científica: modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch, modelo de funciones jerarquizadas de Stuss y Benson, modelo de sistema atencional supervisor de Norman y Shallice, hipótesis del marcador somático de Damasio (Climent-Martínez et al., 2014) y el modelo de análisis factorial con mayor reconocimiento propuesto por Miyake et al. (2000).

2.4.1 Modelo de Constructo unitario

Las teorías de constructo único son aquellas que proponen un constructo cognitivo como 'memoria de trabajo', 'inteligencia fluida' o 'factor g' para explicar la función clave de los lóbulos frontales, a continuación, vamos a describir el Modelo de memoria de trabajo (Tirapu et al., 2012).

Modelo de Memoria de Trabajo

Este modelo define la memoria de trabajo como un sistema que mantiene y maneja temporalmente la información y que interviene en tareas cognitivas como la comprensión del lenguaje, la lectura, el pensamiento, el aprendizaje de la aritmética... (García, 2012).

Baddeley & Hitch (1974) observaron en los participantes que, pese a realizar tareas como retener un número de dígitos reducido que se suponía

deberían ocupar toda la memoria a corto plazo, los individuos podían ejecutar otras tareas que implicaban razonamiento verbal. Por lo que plantearon que el concepto de un sistema unitario de la memoria a corto plazo fuera reemplazado por el de una memoria de trabajo multicomponente.

Así, cuando la información que requiere ser recordada excede la capacidad de almacenamiento temporal, se puede utilizar un espacio conocido como el “ejecutivo central” para proporcionar apoyo (Shipstead, Redick, & Engle, 2012). Por lo tanto, la memoria a corto plazo fue degradada a un subcomponente del sistema de memoria de trabajo más grande.

Así, Baddeley & Hitch (1974) propusieron un modelo de memoria de trabajo basado en tres componentes (Bucle fonológico, agenda visoespacial y el ejecutivo central).

El concepto de memoria de trabajo propuesto por Baddeley y Hitch (1974) proporcionó un marco teórico para la conceptualización del papel del almacenamiento de información temporal en el desempeño de una amplia gama de tareas cognitivas complejas.



Figura 6. Modelo Memoria de trabajo adaptado de Baddeley (2000)

Sin embargo, hay una serie de fenómenos que no son capturados fácilmente por el modelo original, por lo tanto, Baddeley (2000) añade un cuarto componente del modelo, el buffer episódico. De esta forma, la memoria de trabajo queda compuesta por un sistema ejecutivo central que supervisa y coordina varios subsistemas subordinados desfragmentándolo

en varias partes: el bucle fonológico, la agenda visuoespacial, el sistema ejecutivo central y el buffer episódico (Tirapu et al., 2012). Baddeley (2000) describe cada una de las partes:

- El bucle fonológico es probablemente el componente mejor desarrollado del modelo de memoria de trabajo, puede haber evolucionado como mecanismo para la adquisición del lenguaje. Se supone que comprende un almacén fonológico temporal en el que puede almacenarse pequeñas trazas de memoria durante pocos segundos antes de que desaparezcan, a menos que sea revivido por un ensayo articulatorio.
- La agenda visuoespacial, es necesaria para dar cuenta de que la memoria de trabajo visuoespacial y verbal implican recursos separados. Permite manipular y mantener componentes visuales, espaciales y posiblemente kinestésicos.
- El buffer episódico es un sistema de almacenamiento temporal de capacidad limitada, que es capaz de integrar información de variedad de fuentes (verbal, visual, espacial y episódica). Controlado por el ejecutivo central, es capaz de recuperar la información de la conciencia, de reflexionar sobre esa información y, en caso necesario, de manipularla y modificarla. El buffer proporciona no sólo un mecanismo para modelar el ambiente, sino que también crea nuevas representaciones cognitivas, lo que puede facilitar la resolución de problemas. En definitiva, forma la interfaz crucial entre la memoria y la conciencia.
- El Sistema Ejecutivo Central es el componente más complejo y menos comprendido de la memoria de trabajo. El propio Baddeley (2000) reconoce sus dificultades para definir el concepto del sistema ejecutivo central y los procesos implicados en éste, por lo que opta por recurrir al concepto de Sistema Atencional Supervisor (SAS) de Norman & Shallice (1986), descrito a continuación, para intentar operativizar este escurridizo sistema (Tirapu-Ustarroz & Muñoz-Céspedes, 2005). *“Ejerce un rol esencial en el control, coordinación y supervisión de los procesos cognitivos; entre los procesos atribuidos al sistema ejecutivo central está la capacidad de asignar recursos cognitivos durante la ejecución simultánea de dos tareas (coordinación de tareas), el mantenimiento y*

la manipulación de información y la capacidad de atender selectivamente a un estímulo e inhibir estímulos irrelevantes” (Tirapu et al., 2012, p. 96).

2.4.2 Modelo de sistema atencional supervisor (SAS)

Modelo de control de la acción de Norman y Shallice

Norman & Shallice (1986) presentan un modelo teórico sobre el funcionamiento ejecutivo del control atencional que especifica cómo los esquemas de pensamiento y acción se activan o suprimen para las circunstancias automáticas y para las circunstancias que necesitan un control deliberado y consciente de la actividad.

El término automático tiene una serie de significados diferentes, aunque relacionados (Norman & Shallice, 1986). El primer significado es ejecutar una tarea sin tener conciencia de su rendimiento (como caminar por un terreno plano y seguro). El segundo son acciones que pueden ser tanto iniciadas como realizadas sin atención deliberada o conciencia (como golpear a un insecto cuando se posa en el brazo) y el tercero es que la atención es atraída "automáticamente" hacia algo, sin control deliberado sobre la dirección de la atención. Además, hay casos en los que uno puede ser consciente de la realización de las acciones, pero sin prestar una atención deliberada, un ejemplo es el desempeño de una tarea atlética experta, donde el deportista puede estar conscientemente atendiendo al oponente, pero no serlo del golpeo "automático" de la pelota (Norman & Shallice, 1986)

Según Norman & Shallice (1986), las tareas que requieren un control deliberado y consciente de la atención se encuentran dentro de las siguientes categorías:

- Incluyen la planificación o la toma de decisiones.
- Incluyen componentes de resolución de problemas.
- Nuevos elementos en la secuencia de acción.
- Situaciones de alta complejidad o técnicamente difíciles.
- Superar una respuesta habitual o resistencia a la tentación.

El modelo que propusieron aportaba que muchas secuencias de acción se llevan a cabo sin necesidad de conocimiento consciente o de recursos atencionales (Norman & Shallice, 1986). Este modelo está compuesto por cuatro elementos que lo van a desarrollar y que Tirapu-Ustárrroz et al. (2008) los describen de la siguiente forma:

- Unidades cognitivas. Funciones asociadas a sistemas anatómicos específicos (por ejemplo, leer una palabra) que se localizan en la corteza posterior (Tirapu-Ustárrroz et al., 2008).
- Esquemas. Son conductas rutinarias y automáticas producto del aprendizaje y de la práctica dirigida a un fin. Determinan el tipo de acción que se lleva a cabo (Tirapu-Ustárrroz et al., 2008).
- Dirimidor de conflictos. Denominado por Norman & Shallice (1986) *contention scheduling* va a ser el encargado de evaluar la importancia relativa de distintas acciones y ajustar el comportamiento rutinario con arreglo a ella. Resulta muy útil para llevar a cabo acciones rutinarias, aunque sean complejas, en la medida en que estén lo bastante especificadas por el ambiente (Tirapu-Ustárrroz et al., 2008).
- Sistema atencional supervisor (SAS). Mecanismo que modula, desde un nivel superior, el dirimidor de conflictos. El SAS se activa ante tareas novedosas donde no existe una solución conocida, donde hay que planificar y tomar decisiones o donde es preciso inhibir una respuesta habitual, es decir, tareas en las que la selección rutinaria de operaciones no resulta eficaz. Este sistema puede impedir una conducta perseverante, suprimir las respuestas a los estímulos y generar acciones nuevas en situaciones en las que no se desencadena ninguna acción rutinaria. El SAS se encargaría, pues, de responder ante situaciones nuevas o altamente complejas, donde la selección de esquemas no es suficiente para satisfacer las demandas de la tarea (Tirapu-Ustárrroz et al., 2008).

En general, este modelo propone que el sistema humano es un sistema estructurado en torno a un conjunto de esquemas mentales que especifican la interpretación de las entradas o “*inputs*” externos y la subsiguiente acción o respuesta que se halla preparada a la espera de que se

den las circunstancias necesarias para actuar (Tirapu et al., 2012).

2.4.3 Modelo Jerárquico

Este modelo representa una jerarquía de habilidades cognitivas, lo que significa que hay funciones de orden "superior" e "inferior" (Stuss, 1992). Stuss & Benson (1986), influidos por la organización anatómica del sistema nervioso central y, por las clásicas aportaciones de James (1901) aportaron la idea de un modelo jerárquico en el que el cortex prefrontal realizaría un control supramodal sobre las funciones mentales básicas localizadas en estructuras basales o retrorrolándicas (zonas posteriores), realizando este control a través de las funciones ejecutivas, que, a su vez, también se distribuirían de manera jerárquica, aunque con una relación interactiva entre ellas (Tirapu et al., 2012).

Según Tirapu et al. (2012) podemos distinguir en el modelo jerárquico los siguientes niveles:

- Primer nivel: Denominado autoconciencia o autoanálisis, se representan experiencias subjetivas actuales en relación con las previas, controlando la propia actividad mental y utilizando el conocimiento adquirido para resolver nuevos problemas y guiar la toma de decisiones para el futuro.
- Segundo nivel: control ejecutivo, referido a la anticipación, selección de objetivos, formulación y planificación previa de posibles soluciones e iniciación de la respuesta, con control de ésta y de sus consecuencias.
- El tercer nivel corresponde a dos funciones, por un lado, el impulso (*drive*). Lo podemos definir como la energía necesaria para lograr algo deseable o evitar algo indeseable y que se relaciona con el estado emocional del sujeto. Por otro lado, la organización temporal, que hace referencia a la capacidad de mantener secuencias de información y percibir el orden temporal de los sucesos (p. 92).

El propio Stuss (1992) redefine el modelo jerárquico proponiendo tres niveles de sistemas de seguimiento y retroalimentación estableciendo una jerarquía de habilidades cerebrales:

1. El nivel más bajo es el de entrada de la información (nivel perceptual y

sensorial), los procesos aquí son la base del comportamiento rutinario, pueden ser simples o complejos, pero siempre son conductas sobreaprendidas y habituales. Es equivalente a la parte posterior/basal del modelo de Stuss & Benson (1986) o al sistema dirimidor de conflictos de Norman & Shallice (1986).

2. El segundo nivel está asociado con el control ejecutivo o funciones de supervisión de los lóbulos frontales (Stuss y Benson, 1986). La entrada de la información para este segundo nivel se deriva principalmente de la información elaborada por el nivel sensorial/perceptual. Se activa ante situaciones novedosas y su papel principal es la dirección consciente y deliberada de los sistemas de nivel inferior hacia una meta seleccionada.
3. El nivel más elevado descrito es la conciencia (autoconciencia y autorreflexión): es la capacidad de ser consciente de sí mismo y la relación de uno mismo con el medio ambiente. Esta autoconciencia prefrontal parece ser similar al concepto de metacognición, la capacidad de reflexionar sobre cualquier proceso en sí.

Los niveles más bajos representan procesos rutinarios, los niveles más altos son más flexibles, el proceso es más relevante y la localización a regiones específicas del cerebro es tal vez menos específica (Stuss, 1992).

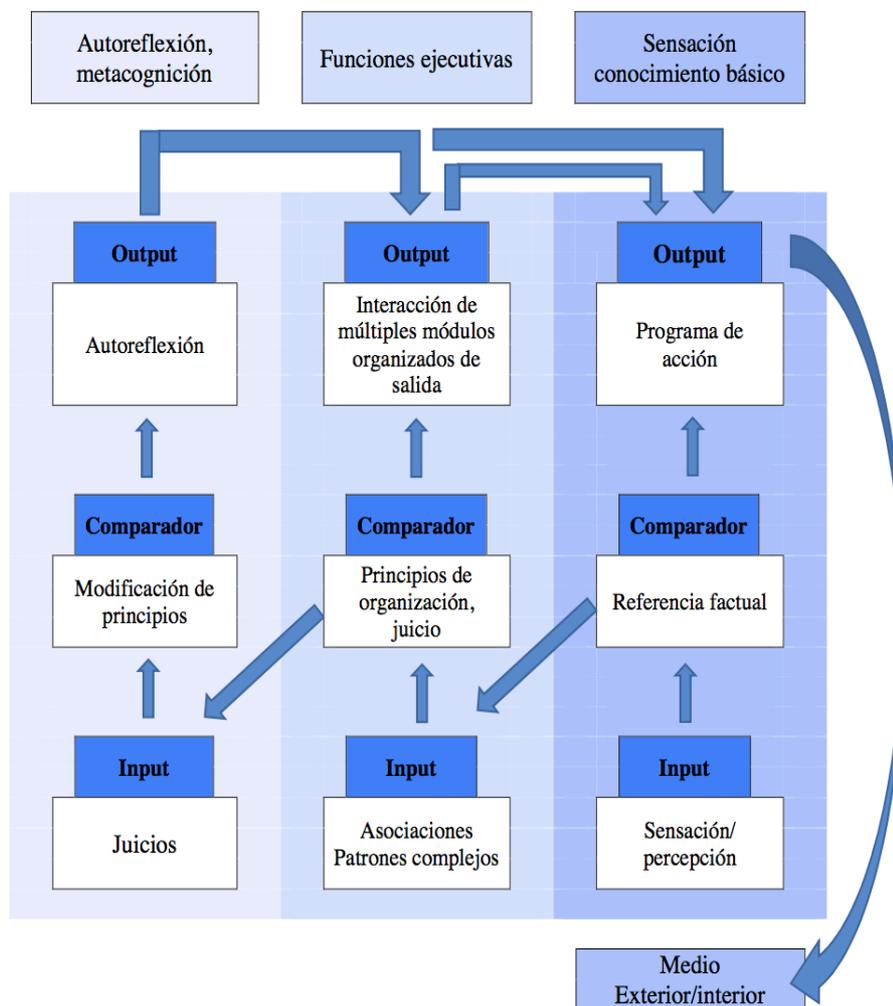


Figura 7. Modelo Jerárquico adaptado de Stuss (1992)

Un componente importante del modelo es el bucle de retroalimentación presente en cada nivel. Según Stuss (1992), la información entrante se compara con los patrones de reconocimiento basados en las experiencias previas y el entrenamiento activando automáticamente una salida si no se reconoce el patrón.

En definitiva, en el modelo jerárquico se propone que la principal función del sistema ejecutivo es la resolución de situaciones novedosas

mediante la contención de programas rutinarios o activados “por defecto” y la generación, aplicación y ajuste de nuevos esquemas de cognición-acción (Verdejo-García & Bechara, 2010).

2.4.4 Modelos integradores cognición-emoción.

Hipótesis del Marcador Somático

Todos los modelos descritos hasta el momento se basaban en el funcionamiento ejecutivo sin perspectiva clínica, Damasio (1994) basándose en el caso de Harrow (1968) sobre “Phineas Gage”, analiza a un paciente (Elliot) que había sufrido daños en el lóbulo prefrontal debido a un tumor cerebral. Sorprendentemente una vez recuperado, no mostró ningún signo de deterioro en pruebas de inteligencia, ni en su habilidad para moverse o usar el lenguaje, sin embargo, su comportamiento cambió por completo y Elliot ya no volvió a ser el mismo. Elliot era un nuevo caso Phineas Gage. La actividad emocional de Elliot se vió completamente reducida.

Es aquí cuando Damasio (1994) no tiene duda de que la emoción interrumpe en el razonamiento y crea el modelo teórico de la hipótesis del marcador somático, “*Soma*” de cuerpo y “*marca*” como la marca que deja en el cuerpo el sentimiento (ejemplo; cosquilleo en el estomago).

Damasio (1994) va a proponer que los sentimientos y las emociones tienen influencia sobre el razonamiento y la toma de decisiones. Así, las emociones ayudan a la deliberación resaltando algunas opciones (peligrosas o favorables) sobre otras, eliminándolas rápidamente de la consideración posterior.

Sin un sistema atencional y una memoria operativa adecuados no hay perspectiva de una actividad mental coherente, de tal forma, los marcadores somáticos no podrían operar porque no existiría un campo de actuación estable para que éstos realizaran su función (Tirapu et al., 2012).

En definitiva, Climent-Martinez et al. (2014) resume la hipótesis del Marcador Somático en que los sentimientos, innatos o aprendidos, marcan una respuesta sobre otra, en términos neuroanatómicos la corteza prefrontal dorsolateral genera opciones y la corteza prefrontal ventromedial asocia

estados emocionales que amplifican la atención y la memoria de trabajo sobre las consecuencias de una de ellas.

2.4.5 Modelo de análisis factorial

Debido a que se carecía de un modelo convincente de cómo los procesos cognitivos eran controlados y coordinados durante el desempeño de tareas cognitivas complejas Miyake et al. (2000) intentan proporcionar una base empírica necesaria para desarrollar una teoría que especifique cómo se organizan las funciones ejecutivas y qué papeles desempeñan en la cognición compleja.

La primera conclusión se basa en que las diferencias individuales en funciones ejecutivas muestran tanto "unidad" como "diversidad", una noción originalmente propuesta por Teuber (1972) y seguida por los estudios de Miyake et al. (2000), que afirma que diferentes funciones ejecutivas correlacionan entre sí, aprovechando así alguna capacidad subyacente común (unidad), pero también muestran cierta independencia (diversidad).

Miyake et al. (2000) observan que algunos pacientes pueden fallar en algunas tareas como *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST) que se relaciona con la flexibilidad cognitiva pero no fallan en otras como la Torre de Hanoi (TOH) que se relaciona con la inhibición, lo que sugiere que las funciones ejecutivas no pueden ser completamente unitarias (Miyake et al., 2000).

Es por ello, que Miyake et al. (2000) se centra en tres de las funciones ejecutivas postuladas con más frecuencia en la literatura (memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva e inhibición) examinando el grado de unidad o diversidad de estas tres funciones ejecutivas y argumentando que estas funciones no son unitarias y deben ser fraccionadas, pero relacionadas, ya que comparten una base en común:

- Memoria de trabajo (*Updating*)

Implica mantener la información en mente y operar con ella (Miyake et al. 2000) mientras se realizan una o más operaciones mentales (Diamond

& Ling, 2016). Se diferencia con la memoria a corto plazo porque ésta es simplemente la cantidad de información que una persona puede retener durante un breve intervalo de tiempo (Shipstead et al, 2012).

Baddeley & Hitch (1974) argumentaron que la memoria de trabajo (*Working Memory*) es un sistema activo, flexible y de recursos limitados que trabaja con la información que se tiene en la mente. Existen dos almacenes, uno visual (imágenes mentales) y otro fonológico (habla interna) (Diamond, 2013). La memoria de trabajo manipula la información de los almacenes, permite integrar percepciones instantáneas y combinarlas con el recuerdo de experiencias pasadas (Kane, Conway, Hambrick, & Engle, 2007) y recuperar información de manera controlada, de la memoria a largo plazo (Miyake & Friedman, 2012). Por ejemplo, ayuda a recordar una pregunta o un comentario mientras se sigue una conversación o incluso a tener en cuenta lo que se estaba a punto de hacer cuando surge algo que debe ser tratado primero (D'Esposito & Postle, 2015).

La memoria de trabajo está fuertemente relacionada con la capacidad de una persona para razonar con información nueva (que se relaciona con la inteligencia, IQ) (Shipstead et al., 2012) y con la atención (Kane et al., 2007). Aunque esta última, sólo se produce cuando deben superarse reacciones prepotentes, en un entorno no favorable, esto es a lo que denominamos control atencional (Kane et al., 2007).

- Inhibición:

Miyake et al. (2000) lo define como la capacidad para abstenerse deliberadamente de respuestas dominantes, automáticas o prepotentes cuando la situación lo requiere necesario. Más que un constructo unitario es un proceso multicomponente (Nigg, 2000) que se divide en: Inhibición de Respuesta, Inhibición frente a la Interferencia Distractiva e Inhibición de Interferencia Proactiva (PI) (Friedman & Miyake, 2004).

La principal función de la Inhibición de respuesta (Friedman & Miyake, 2004) es la supresión de respuestas prepotentes o habituales (Diamond, 2013). Está fuertemente asociada con la supresión activa y el funcionamiento ejecutivo (Friedman & Miyake, 2004). Estos procesos que se

intentan inhibir pueden ser cognitivos o emocionales. Algunos autores han utilizado este hecho para distinguir dos zonas del córtex cingulado anterior. Una más dorsal, que sería activada cuando el conflicto es cognitivo, y una más ventral que sería la utilizada cuando el conflicto es emocional (Bush et al., 2000). Además, ambas zonas están relacionadas de forma mutuamente inhibitoria (Drevets & Raichle, 1998). Según Fuentes & García-Sevilla (2008), es *“como si el control de operaciones cognitivas que requieren esfuerzo, se realizara más eficientemente si se suprime cualquier tipo de respuesta emocional que pueda interferir”* (p, 116).

La Inhibición frente a la Interferencia Distractiva (Friedman & Miyake, 2004) es la capacidad para resistir la injerencia de la información del entorno que es irrelevante para nuestra tarea y nos permite focalizar la atención en lo que elegimos suprimiendo la atención a otros estímulos, por ejemplo, dirigir la atención en un cóctel hacia una persona, cuando queremos descartar todas las voces excepto esa (Diamond, 2013).

La inhibición de interferencia proactiva es la responsable de disminuir el nivel de activación de las representaciones mentales prepotentes, de los pensamientos de carácter intrusivo o, lo que es lo mismo de la información irrelevante de la memoria de trabajo (Diamond, 2013).

La concepción de Inhibición usada en el estudio de Miyake et al. (2000) está limitada a la supresión controlada deliberativa de las respuestas prepotentes.

- Flexibilidad cognitiva (*shifting*):

Ya Scott (1962) definía la flexibilidad cognitiva como la capacidad mental de ajustar el pensamiento o la atención en respuesta a metas cambiantes y/o estímulos ambientales. Modelos teóricos como el sistema atencional supervisor (SAS) de Norman & Shallice (1986) a menudo asumen que la capacidad de cambiar entre tareas o juegos mentales es un aspecto importante del control ejecutivo.

Miyake et al. (2000) en su modelo la define como la capacidad para poder cambiar de manera flexible el pensamiento y la atención entre distintas tareas, objetivos u operaciones mentales. Implica ser lo

suficientemente flexible como para ajustarse a las demandas del ambiente y modificar las estrategias y el plan de acción previsto ante acciones repentinas e inesperadas cuando el plan original no es el más apropiado (Diamond, 2013).

Se basa en las otras dos funciones ejecutivas y tiene un desarrollo más tardío (Garon, Bryson, & Smith, 2008). La memoria de trabajo participa activando una perspectiva diferente, actualizando los objetivos y las acciones más apropiadas a la nueva situación y la inhibición interviene cuando se necesita inhibir la interferencia o tendencias prepotentes, que pueden aparecer tanto en la conducta como en el ambiente (Diamond, 2013). Correspondería con la tercera función de inhibición antes analizada, y que eliminaría de la memoria de trabajo aquella información que fue relevante, pero, que por los cambios de la tarea, ha dejado de serlo. Cuando esto no ocurre de manera eficaz, la información mantenida previamente puede contribuir a aumentar la interferencia. Un paradigma muy utilizado para ello es el “cambio de tarea”. En estas tareas existen diferentes reglas que van cambiando para poder cumplir con los objetivos propuestos. Se ha demostrado que estos cambios tienen un coste para los participantes en términos de tiempo de respuesta y rendimiento. El motivo puede estar relacionado con la dificultad de inhibir la regla que se acaba de utilizar en el ensayo precedente, pero que ya no es útil pues en el siguiente ensayo la regla ha cambiado (Bajo, Fuente, Lupiañez, & Rueda, 2016). Por tanto, esta capacidad es la que nos permitiría adaptarnos a las demandas de la tarea.

Miyake et al. (2000) evaluaron a estudiantes universitarios (n=137) basándose en estas tres funciones ejecutivas con una batería de test que constaba de tres instrumentos de evaluación para cada una. Flexibilidad cognitiva (*Plus-Minus Task*, *Number-letter task* y *Local-global task*), Memoria de trabajo (*Keep track task*, *Tone monitoring task* y *Letter memory task*) e Inhibición (*Antisaccade task*, *Stop-signal task* y *Stroop task*) encontrando que éstos estaban significativamente correlacionados (0.42-0.63), pero son separables (algunos pacientes pueden fallar en un instrumento de evaluación, pero en otro no, lo que sugiere que las funciones ejecutivas no pueden ser completamente unitarias).

Este patrón general de unidad y diversidad se ha replicado desde Miyake et al. (2000) en otras muestras incluyendo a adultos jóvenes (Friedman et al., 2006), adultos mayores (Fisk & Sharp, 2004; Hedden & Yoon, 2006), niños (Huizinga, Dolan & van Der Molen, 2006), y poblaciones clínicas seleccionadas para problemas como ADHD (Willcutt et al., 2001).

2.5 Evaluación de las funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas no sólo son difíciles de definir (Jurado & Rosselli, 2007), sino también difíciles de medir (Miyake & Friedman, 2012). Debido a que las funciones ejecutivas no son un constructo unitario, sino que muestran tanto unidad como diversidad, se debe plantear la evaluación de cada uno de los procesos que las conforman (Miyake et al., 2000).

Uno de los principales problemas de los instrumentos de evaluación diseñados para la evaluación del funcionamiento ejecutivo es la impureza de la tarea, es decir, la capacidad de aislar unas funciones cognitivas de otras o de otros procesos que no son del funcionamiento ejecutivo (Climent-Martinez et al., 2014). Por ejemplo, en la tarea de Stroop (Golden, 1994) que evalúa la inhibición, la puntuación puede verse afectada por otros factores no ejecutivos como la velocidad de articulación o capacidad de procesamiento del color (Miyake & Friedman, 2012).

Otro aspecto a considerar en las pruebas neuropsicológicas es que deben reproducir adecuadamente la complejidad y naturaleza dinámica de las situaciones, si ésto no ocurre así, el resultado tendrá una serie de limitaciones en cuanto a la significación, utilidad práctica y generalización de estas medidas a las actividades que realizan los evaluados (escasa validez ecológica) (Climent-Martinez et al., 2014).

La evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas se ha dividido en dos partes según los criterios de medición, por un lado, la evaluación basada en la ejecución y por otro lado, la observación de la conducta (Fernández, González-Castro, Areces, Cueli, & Pérez, 2014).

Las pruebas basadas en la ejecución consisten en instrumentos de evaluación individuales o baterías que miden una serie de indicadores (tiempo de respuesta, número de errores, omisiones...) relacionados con la

ejecución de los sujetos (Fernández et al., 2014).

Como baterías principales utilizadas en la evaluación neuropsicológica podemos escoger la Delis-Kaplan del Sistema de Función Ejecutiva (D-KEFS) (Delis, Kaplan, & Kramer, 2001) que consta de nueve pruebas (*Trail Making Test*, *Verbal Fluency Test*, *Design Fluency Test*, *Color-Word Interference Test*, *Sorting Test*, *Twenty Questions Test*, *Word Context Test*, *Tower Test* y *Proverb Test*) que evalúan las funciones cognitivas. Los instrumentos de evaluación están diseñados para utilizarlas como instrumentos de evaluación aislado o en conjunto. Los instrumentos más utilizados son el *Trail Making Test* (para evaluar la flexibilidad cognitiva), el *Design Fluency Test* (para evaluar la flexibilidad cognitiva, la memoria de trabajo y la inhibición) y el *Color-Word Interference Test* (para evaluar inhibición).

Los principales test bajo la clasificación en función de la ejecución de manera aislada son los siguientes:

Memoria de trabajo

Según Diamond (2013) pedir a los sujetos que ordenen una secuencia de ítems requiriendo la manipulación y el refresco continuo de información es una medida excelente de memoria de trabajo. Por ejemplo, tareas en las que el individuo tenga que repetir unos elementos en el mismo orden (*Forward-digit span tasks*) son una medida de memoria a corto plazo, sin embargo, si se le pide que diga los elementos en orden inverso (*Backward-digit span*) evaluará el componente de memoria de trabajo.

Los instrumentos de evaluación más utilizados son N-Back (Braver et al., 2009) en la que el individuo observa una figura que aparece (poco tiempo) en la pantalla, al desaparecer y aparecer de nuevo, el sujeto debe señalar si la figura sigue donde estaba. En el caso del instrumento Números y Letras, que pertenece a una batería de test denominada Escala Wechsler de Inteligencia para adultos (WAIS) y para niños (WISC) se le presentan al sujeto una serie de números y letras (desordenados) y mentalmente los debe ordenar alfabéticamente y numéricamente y decírselos al evaluador (primero los números y después las letras), según va acertando va aumentando el nivel.

Otros instrumentos de evaluación se han utilizado para medir componentes específicos de la memoria de trabajo como la memoria de trabajo visoespacial, donde se suele utilizar la prueba de Corsi (Lezak 1983). Un sujeto observa como el examinador toca una serie de bloques, entonces el sujeto debe tocar los bloques en el mismo orden, pero al revés.

Inhibición

Requieren detener deliberadamente una respuesta relativamente automática, aunque la respuesta específica que debe inhibirse difiere entre las tareas (Miyake et al., 2000).

Varias de las tareas desarrolladas por Luria (1966) en su trabajo con grupos clínicos de adultos y con niños pequeños continúan siendo ampliamente utilizadas. Tareas como la prueba Go/NoGo (en la que el niño debe ejecutar una respuesta al estímulo A, pero retener esta respuesta cuando se le presenta el estímulo B) y las tareas no verbales, como la tarea "Day/Night" (en la que el niño debe decir 'Day' para una foto de la luna y 'Night' para una foto del sol) o el juego Tapping (En el que el niño debe tocar una vez en respuesta a dos toques, y dos veces en respuesta a un solo toque).

Los instrumentos de evaluación más utilizados son el test de *Stroop* (Golden, 1994) que consta de tres laminas de 100 paginas cada una, la primera página contiene solo nombres de colores, la segunda solo colores y la tercera nombre de color con la tinta de otro color (ejemplo, palabra VERDE con tinta azul), lo que le lleva al individuo a inhibir la respuesta automática de lectura. *Stop-signal task* (Logan, 1994) se basa en el tiempo que necesita el individuo para inhibir una respuesta preponderante, se presenta al individuo en una pantalla una serie de estímulos a los que debe dar respuesta. La tarea de Flanker (Eriksen & Eriksen 1974) en la que los individuos deben atender al estímulo presentado centralmente e ignorar los estímulos flanqueantes que lo rodean. Éstos pueden estar en la misma dirección de respuesta que el objetivo (flancos congruentes), en la respuesta opuesta (flankers incongruentes) o en ninguno (flankers neutros).

Flexibilidad Cognitiva

Uno de los métodos más utilizados para evaluar la flexibilidad cognitiva es el paradigma de cambio de tarea (*task switching*). Los instrumentos de evaluación utilizados son el Wisconsin Card Sorting Test (WCST) de Grant & Berg (1948) está formado por 4 tarjetas-estímulos y 128 tarjetas-respuestas (contiene formas, colores y figuras). Las tarjetas se van agrupando según diversos criterios, que se van modificando, la tarea consiste en repartir las cartas en base a un criterio, el criterio va cambiando sin previo aviso, si el sujeto continúa según el criterio anterior se le van sumando errores perseverativos. Otro método que es el Test de Senderos (TESEN), basado en el *Trail Making Test (TMT)* este instrumento de evaluación está compuesto por 4 pruebas (senderos) de dificultad creciente, a mayor tiempo invertido en realizar la tarea de senderos, menor es la flexibilidad cognitiva y peor el rendimiento (errores de perseverancia, pérdida de la secuencia...).

En cuanto a la observación de la conducta, la evaluación nos permite valorar una gran variedad de componentes desde el punto de vista de las conductas observadas:

La Batería de Evaluación Conductual del Síndrome Disejecutivo (BADS; Alderman, Burgess, Emslie, Evans, & Wilson, 1996) está compuesta por seis pruebas que plantean problemas derivados de situaciones cotidianas (por ejemplo, encontrar unas llaves perdidas, planear una visita a un zoo) en condiciones relativamente poco estructuradas (no se dan claves sobre cómo resolver el problema) y en los que la ejecución óptima depende no tanto de “qué” se hace sino de “cómo” se planifica, se organiza y se lleva a cabo (ver por ejemplo el subtest de los 6 Elementos) (Verdejo-García & Bechara, 2010).

En este contexto, la escala BRIEF (Gioia, Isquithal, Guy & Kenworthy, 2000) ha sido una de las más empleadas en niños (5-18 años), consta de 86 ítems, puntuaciones elevadas en estos componentes e índices serían indicativas de dificultades en el funcionamiento ejecutivo (Fernández et al., 2014).

2.6 Etapas sensibles en el desarrollo y evolución de las funciones ejecutivas.

Durante la infancia y la adolescencia el desarrollo de las funciones ejecutivas (FE) guarda una estrecha relación con la maduración del lóbulo frontal. Dicho desarrollo no es exclusivo de esta condición, sino que está supeditado a las conexiones con otras estructuras corticales y subcorticales, y de la eficiente interacción entre éstas y la corteza prefrontal (Capilla et al., 2004). Este crecimiento de la corteza prefrontal (CPF) es lento hasta la edad de 8 años, rápido entre los 8 y los 14 años y se estabiliza en adelante hasta adquirir los valores del adulto hacia los 18 años de edad (Papazian, Alfonso, & Luzondo, 2006).

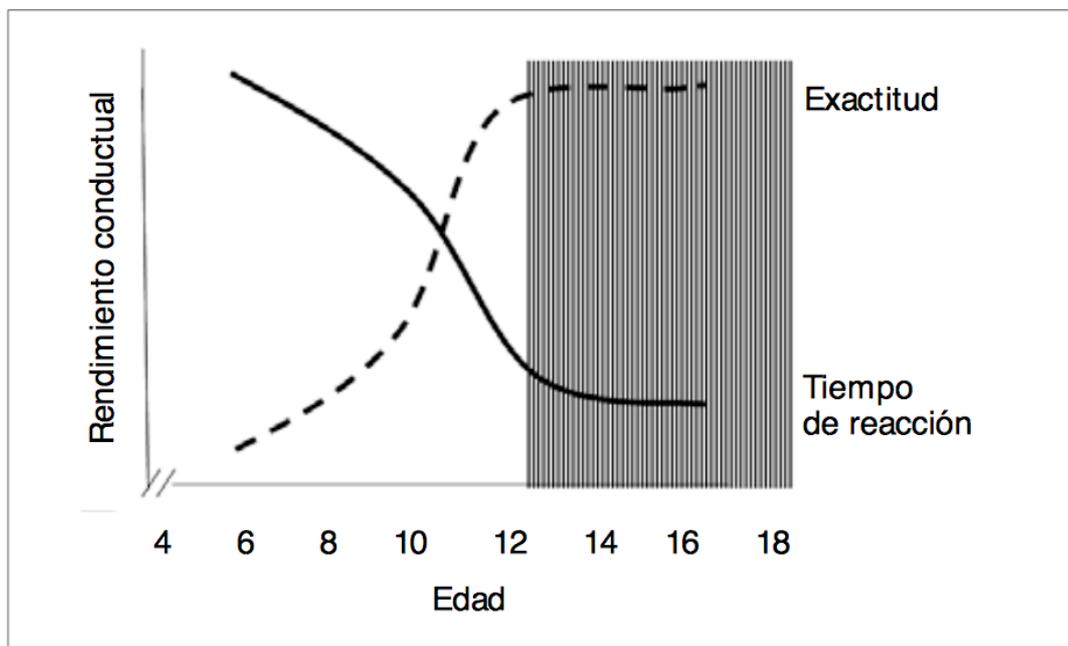


Figura 8. Desarrollo de las funciones ejecutivas en relación a la edad (Papazian et al., 2006).

La corteza pre-frontal, junto con la región supralímbica (áreas

parietotemporales de asociación), son las últimas en completar su desarrollo (Capilla et al., 2004), siendo diferentes las trayectorias de desarrollo de los distintos componentes de las funciones ejecutivas (memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva) durante las distintas etapas de crecimiento (Best, Miller, & Jones, 2009). Así, la inhibición parece mostrar una mejora especialmente significativa durante los años preescolares mientras que la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva parecen mostrar un desarrollo lineal (Bausela, 2014).

2.6.1 Las funciones ejecutivas en la primera infancia (0 a 5 años).

En la edad preescolar se identifican los comienzos de cada componente de las Funciones Ejecutivas (Best et al., 2009) jugando estos primeros 5 años de vida un papel crítico en su desarrollo y sentando las bases para el progreso de procesos cognitivos de alto nivel hasta la edad adulta (Garon et al., 2008).

El interés sobre el desarrollo temprano de las funciones ejecutivas ha aumentado con las investigaciones en preescolares (Diamond 1985; Diamond & Goldman-Rakic, 1985; Diamond & Goldman-Rakic, 1989) en los que se confirma que incluso en el primer año de vida, el córtex prefrontal empieza a estar operativo (Diamond 1990a; Diamond 1990b).

Es a partir de los 7 meses y medio cuando los preescolares comienzan a buscar objetos que desean y que se encuentran ocultos. Diamond (2002) para evaluar esta capacidad administró la tarea "A-no-B", utilizada por Piaget (1955), en la que el niño debe señalar dónde ha sido escondido el objeto, demandando del niño tanto la capacidad de mantener la información en su mente (memoria de trabajo) como inhibir una tendencia de respuesta dominante (señalar la posición en la que se encontraba el objeto en el ensayo previo) (Capilla et al., 2004).

La capacidad de inhibir y la memoria de trabajo se están desarrollando aproximadamente durante el período comprendido entre los 8 y los 12 meses de edad, sin embargo, hay pocas investigaciones que se centren en la etapa comprendida entre los 12 meses a los 3 años. A partir de

este momento, de los 3 a los 7 años, pero en especial en el periodo comprendido entre los 3 a 5 años, parece ser un momento importante de cambios anatómicos en el cerebro y cognitivos relacionados con las funciones ejecutivas (sobre todo memoria de trabajo e inhibición) (Capilla et al., 2004; Diamond, 2002).

En esta línea, destacar que entre los 3 años y medio y los 4 años y medio mejoran los tiempos de respuesta en tareas como por ejemplo "Día-Noche", que consiste en mostrar dos tarjetas al niño en la que se representan un sol y una luna donde el niño debe identificar "día" al ver una luna y "noche" al ver el sol, con lo que tiene que mantener dos reglas, la primera inhibir el estímulo de respuesta que representa la tarjeta y la segunda, decir lo contrario (Diamond, 2002). En resumen, el primer salto en la obtención de la inhibición aparece en los años preescolares. Aproximadamente a los 4 años, los niños muestran signos de desempeño exitoso tanto en tareas sencillas como complejas, aunque se continúa mejorando durante toda la etapa escolar (Best & Miller, 2010).

2.6.2 Las funciones ejecutivas desde los niños en edad escolar.

Puede haber cambios o experiencias en la primera infancia que no muestran efectos observables hasta la niñez, aunque ayudan a que se produzcan grandes cambios mucho más tarde (Best et al., 2009).

Hay buenas razones para evaluar el desarrollo de funciones ejecutivas en esta edad ya que hay mejoras significativas en las tareas de las funciones ejecutivas que ocurren durante los años escolares (Romine & Reynolds, 2005). Por ejemplo, aunque la mejora de la inhibición durante los años de preescolar es sorprendente, se producen mejoras significativas más tarde, particularmente entre las edades de 5 a 8 años (Best et al., 2009) cometiendo los niños de 8 años más errores de falta de atención, impulsividad y distracción -sugestivos de inhibición- que los de 10 a 12 años (Klimkeit, Mattingley, Sheppard, Farrow, & Bradshaw, 2004).

Gathercole, Pickering, Ambridge & Wearing (2004) encontraron un aumento lineal en el rendimiento entre los 4 y los 15 años en la memoria de trabajo. Aunque estas habilidades emergen en la primera infancia, su

proceso de maduración es prolongado, observándose también progresos durante la adolescencia (Capilla et al., 2004). Los resultados encontrados sugieren que la trayectoria del desarrollo de la memoria de trabajo es lineal desde preescolar hasta la adolescencia (Best & Miller, 2010).

En esta misma dirección se sitúa la flexibilidad cognitiva, que emerge aproximadamente entre los 3 y los 5 años (Epsy, 1997) y muestra una mejora significativa en el rango de edad comprendido entre los 4 años a la adolescencia (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006), observándose que, entre los 7 y los 11 años, este componente es significativamente mayor que a los 15 años, no manifestándose grandes diferencias en comparación con los cambios observados en los adultos (Bausela, 2014).

Parece que hay escasa mejoría durante la adolescencia y la edad adulta (Romine & Reynolds, 2005) aunque hay excepciones, como en el componente de la inhibición, donde existen estudios (Huizinga et al., 2006) que han encontrado mejoras hasta los 15 años en una tarea similar a Stroop (inhibiendo decir una palabra escrita de color –blanco- para indicar el color de su fuente) hasta la edad de 21 años, por lo que se puede concluir que existe una maduración de la inhibición a través de la adolescencia e incluso en el principio de la edad adulta (Best et al., 2009).

Por su parte, la flexibilidad cognitiva sigue un desarrollo prolongado a través de la adolescencia. Parece que los niños en edad preescolar pueden manejar cambios entre conjuntos de tareas simples y más tarde pueden manejar cambios inesperados entre conjuntos de tareas cada vez más complejas. Tanto las medidas conductuales como las fisiológicas indican que durante la adolescencia el monitoreo de los errores es evidente, y en la adolescencia media, la variación de tarea en estos paradigmas complejos de cambio típicamente alcanza niveles similares a los adultos (Best & Miller, 2010).

2.6.3 Funciones ejecutivas en la adolescencia

En esta fase del desarrollo los circuitos cerebrales prefrontales poseen unos procesos madurativos prolongados. A pesar de que la

adolescencia es un periodo crítico en la maduración de estas regiones cerebrales, son pocas las investigaciones que relacionan las FEs con la adolescencia (Best & Miller, 2010; Jurado & Rosselli, 2007), y menos aun las que las relacionan con adolescentes sanos. Ésto puede deberse a que el estudio de las FEs en adolescentes entraña dificultades como la complejidad extrema de los procesos de maduración frontal en esa etapa, dificultando el establecimiento de relaciones neurobiológicas entre las redes neuronales y las medidas de las FEs (Álvarez, 2009). La complejidad de las FEs en adolescentes puede deberse a que, en dicha etapa, hay procesos simultáneos de sinaptogénesis, mielinización y poda de lóbulos frontales, además, en esa etapa se desarrollan los procesos de focalización y migración en las redes neurales que garantizan la actividad ejecutiva, así como que entre las redes neurales de las FEs se produce un solapamiento flexible de las estructuras (Best & Miller, 2010). Por otra parte, los componentes de las FEs siguen caminos distintos en su desarrollo, pudiendo encontrar que a cada edad (dentro de la adolescencia) predomina la maduración de uno de los componentes de las FEs, pudiendo cambiar este liderazgo funcional en edades posteriores; estas variaciones se deben principalmente a la influencia de los cambios hormonales puberales. Todas estas variaciones, son debidas a la plasticidad (Álvarez, Trápaga, & Morales, 2013; Li, 2003; Rosenzweig, 2003), pues es la adolescencia el momento del desarrollo del ser humano que mayores modificaciones, tanto estructurales como funcionales, sufre, y por ello es considerado como el último periodo crítico del desarrollo (Crone, 2009).

2.7 Diferencias individuales en las funciones ejecutivas

Como hemos desarrollado en el marco teórico, las funciones ejecutivas (FE) son los procesos mentales mediante los cuales resolvemos deliberadamente problemas que surgen entre el individuo y su entorno con el propósito de solucionarlos de una forma eficaz y aceptable para la persona y la sociedad (Papazian et al., 2006) y son predictoras de éxito, salud, riqueza y calidad de vida a lo largo de la existencia del individuo (Diamond & Ling, 2016). Tras describir las etapas sensibles de desarrollo de

cada uno de los componentes de las funciones ejecutivas, se hace indispensable conocer qué factores internos y externos van a afectar al rendimiento y cuáles son los que van a incidir en dicho desarrollo:

2.7.1 Factores genéticos

En la literatura se han relacionado algunas variables de la personalidad con las funciones ejecutivas (Unsworth et al., 2009), demostrando su mutua participación en las conductas de adaptación en las diferentes situaciones (García, 2012). Por ejemplo, la impulsividad se ha relacionado con una serie de rasgos de personalidad (Whiteside & Lynam, 2001) y se ha sugerido un vínculo entre la extroversión y la memoria de trabajo (Lieberman, 2000). Un componente específico de la dimensión temperamental de autorregulación de control con esfuerzo es la de control de la atención. El control de la atención temperamental refleja las diferencias individuales estables en la capacidad de enfocar y desviar la atención con facilidad (Posner & Rothbart, 2000). Tiene sus bases cognitivas en las funciones ejecutivas o el sistema de atención anterior (Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner, 2002; Posner & DiGirolamo, 1998). Un enfoque reciente considera el control atencional temperamental similar al control ejecutivo (Zhou, Zhang, Chen, Wang, & Chen, 2012).

Tras un análisis de los estudios sobre la heredabilidad mediante gemelos, se ha descubierto que en gemelos monocigóticos, la concordancia entre sus puntuaciones en los índices correspondientes a la atención ejecutiva era mayor que en el caso de gemelos dicigóticos (Fan, Wu, Fossella, & Posner, 2001). Otros estudios han encontrado que variaciones en genes que influyen en la cantidad de dopamina disponible en la corteza prefrontal, explican parcialmente las diferencias individuales en la capacidad de atención ejecutiva (Congdon, Lesch, & Canli, 2008). Del mismo modo, se ha establecido una relación significativa entre marcadores genéticos colinérgicos y dopaminérgicos con diferencias individuales en rasgos temperamentales relacionados con el control ejecutivo y la autorregulación (Posner, Rothbart, & Sheese, 2007). Todo ello indica que las

funciones ejecutivas tienen un importante componente hereditario (Rueda, Conejero, & Guerra, 2016).

2.7.2 Factores ambientales

Se consideran aquellos elementos de nuestro entorno relacionados con el estatus socioeconómico, como el nivel de educación de los padres, la ocupación profesional o el nivel de ingresos familiar (Rueda et al., 2016).

Por ejemplo, utilizando la tarea A-no B descrita anteriormente, se ha mostrado que bebés de alrededor de un año de vida criados en familias con un nivel socioeconómico más bajo, cometen un mayor número de fallos, no siendo capaces de inhibir la respuesta dominante (señalan la posición en la que se encontraba el objeto en el ensayo previo) (Lipina, Martelli, Vuelta, & Colombo, 2005).

El estado socioeconómico familiar se asocia con el logro cognitivo en edades tempranas, así un nivel socioeconómico bajo se relaciona con una peor ejecución en tareas donde se requiere el funcionamiento ejecutivo (Noble, McCandliss, & Farah, 2007).

2.7.3 Entrenamiento

La mejora en las funciones ejecutivas es un tema de creciente interés que abarca desde la remediación de trastornos clínicos (p.e.: Trastorno por déficit de atención o hiperactividad) hasta la mejora del desempeño en individuos sanos, o incluso para combatir los efectos del envejecimiento (Parsons et al., 2016).

Los efectos de entrenamiento pueden observarse en aquellas tareas que involucran procesos cognitivos (y regiones cerebrales) análogos a los entrenados, aunque, bien es cierto, que cuando se dejan de practicar los logros alcanzados disminuyen conforme aumenta este tiempo sin entrenamiento (Diamond & Ling, 2016).

En el ámbito académico (Alloway, 2012; Dahlin, 2013), los beneficios del entrenamiento parecen más pronunciados con respecto al dominio del lenguaje y de la lectura que en matemáticas y aritmética. Además, los

resultados encontrados en la literatura sugieren que el bilingüismo confiere ventajas cognitivas al funcionamiento ejecutivo (Head, Baralt, & Darcy, 2015).

Respecto a los beneficios encontrados por el entrenamiento de la memoria de trabajo, destacar que se asocian a un mejor desarrollo en el día a día (Spencer-Smith & Klingberg, 2015).

2.7.4 Ejercicio Físico

Otros métodos como adoptar hábitos de vida saludables relacionados con la nutrición, la actividad física y el sueño han sido mencionados para mejorar las funciones ejecutivas (Parsons et al., 2014). Los programas de actividad física mejoran el rendimiento cognitivo y la función cerebral durante las tareas que requieren mayor control ejecutivo (Hillman et al., 2016), siempre y cuando, esta actividad física regular sobre el funcionamiento cognitivo cumpla unos requisitos relacionados con las características del entrenamiento propuesto (la tarea debe tener un compromiso cognitivo), aumentando la dificultad y su duración a medida que los participantes mejoran (Diamond & Ling, 2016).

En función de las características y las demandas del ejercicio físico realizado se pueden producir mejoras en las funciones ejecutivas. Diamond & Ling (2016) realizaron una revisión en la que concluyeron que el elevado compromiso cognitivo (interacción con otros deportistas, entorno...) que requiere una tarea tiene relación con los posibles beneficios que aporta sobre las funciones ejecutivas, no encontrando esta relación con ejercicio aeróbico o entrenamientos de resistencia, con reducidas demandas cognitivas. Por tanto, la inclusión del compromiso cognitivo en la actividad física, tal y como demandan por ejemplo los deportes de interacción, parece ser el tipo de intervención crónica más adecuada para mejorar las funciones ejecutivas en los niños (Schmidt, Jäger, Egger, Roebbers, & Conzelmann, 2015).

Los beneficios que aportan los deportes de interacción sobre las funciones ejecutivas pueden deberse a múltiples factores. Algunos de éstos pueden ser las complejas y frecuentes decisiones a tomar, la gran

variabilidad situacional presente, el tiempo disponible para tomarlas o la exigencia del trabajo mental requerido (Chirosa-Rios et al., 2016).

En los deportes de interacción se han puesto de manifiesto efectos positivos sobre la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva al aplicar un programa de entrenamiento de juegos reducidos (fútbol, baloncesto y balonmano) en adolescentes (Chirosa-Rios et al., 2016; Martín-Martínez et al., 2015). En edades más tempranas también se han mostrado mayores ganancias en las funciones ejecutivas en niños que participan en deportes de interacción (Taekwondo) respecto a los que participaban solamente en las clases de educación física (Lakes & Hoyt, 2004). En población escolar (6-12 años), Ishihara, Sugasawa, Matsuda, & Mizuno (2016) comprobaron que los niños tuvieron mejoras en las funciones ejecutivas (memoria de trabajo e inhibición) debido a su participación en los entrenamientos de tenis, mientras que, a su vez, Alesi, Bianco, Luppiana, Palma, & Pepi (2016) en otro estudio en etapa escolar también encontró mejoras en las funciones ejecutivas en el grupo experimental en comparación con el grupo sedentario tras un programa de entrenamiento en fútbol basado en dos sesiones de 75 minutos por semana.

Por otra parte, en este caso en población preescolar, Chang, Tsai, Chen, & Hung (2013) también encontraron mejoras en las funciones ejecutivas (inhibición) con la práctica de fútbol a baja o moderada intensidad.

En síntesis, parece que estas mejoras encontradas en los diversos componentes de las funciones ejecutivas pueden responder a las demandas cognitivas que lleva consigo intentar resolver los problemas motrices que plantean los deportes de interacción. De entre estas demandas podemos destacar la necesidad de procesar en tiempo real señales como la posición suya y la de los demás jugadores (compañeros y adversarios) presentes en constante cambio (actualizar su localización y trayectoria), de intentar predecir y anticipar lo que es probable que suceda a continuación (Memoria de trabajo), de mantener la atención focalizada e inhibir las distracciones (inhibir una acción planeada cuando de repente ya no es una buena idea o la tentación de lanzar a puerta cuando un compañero está sólo para marcar un gol), o también de utilizar la flexibilidad cognitiva para adaptarse y

ajustar en tiempo real una respuesta a un estímulo inesperado en situaciones complejas y cambiantes (Diamond & Ling, 2016).

2.8 Antecedentes.

Ya en su meta-análisis (Voss et al., 2009) señalaba la falta de estudios en deportes de interacción que determinen el rol de las funciones ejecutivas en los deportistas de élite, a continuación, se va a realizar un análisis minucioso de la literatura existente en cuanto a las funciones ejecutivas primordiales: flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo e inhibición (Miyake et al., 2000) en su relación con el nivel de pericia, con el rendimiento táctico y con el puesto específico.

Según nivel de pericia:

Vestberg et al., (2012) evalúa las capacidades cognitivas de alto nivel: flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo en jugadores de fútbol de élite. Utiliza una muestra de 57 personas (25,3 y 22,8 años) dividiéndolos según su nivel de pericia (Alta división/Baja división) y género (masculino/femenino). Utiliza como instrumento de evaluación primario el *Design Fluency Test* (DFT) para la medición de la flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo e inhibición y como secundarios CWI (*Colour World Interference test*) y TMT (*Trail Making Test*) para confirmar los resultados. Los datos obtenidos por esta investigación muestran que en el DFT los futbolistas de alta división y los de baja división, tanto de género masculino como de género femenino, obtuvieron mejores puntuaciones que la población media. Sin embargo, según el nivel de pericia (alta división y baja división) las diferencias sólo se mantienen en el género masculino. En el CWI los resultados muestran como hay diferencias en el nivel de pericia cuando se requiere un mayor control de las funciones ejecutivas (CWI 4). En el TMT los futbolistas de alta división tuvieron unas mejoras significativas en el TMT 4 que evalúa la flexibilidad cognitiva respecto al grupo de baja división.

Alves et al. (2013) plantea la hipótesis de que los deportistas expertos tienen una serie de capacidades cognitivas superiores a los no

atletas. Realiza una investigación para comparar las funciones ejecutivas en los jugadores de voleibol (n=87) y no deportistas (n=67). Los divide en diferentes grupos, según nivel de pericia (Jugadores profesionales voleibol/no deportistas), edad (sénior/junior) y género (masculino y femenino). Utiliza unos instrumentos de evaluación diferentes al estudio de Vestberg et al. (2012) para medir las capacidades cognitivas de alto nivel: *Task Switching* y *Stop and Go*. Para medir la atención visoespacial utiliza *Test de Flankers*. Los resultados en *Task Switching* muestran que los atletas tienen unas mejores funciones ejecutivas que los no deportistas, sin observar diferencias por edad o género. En la tarea *Stop and Go* los resultados desvelan como los atletas mostraron una mayor probabilidad de detener su respuesta prepotente. En el *Test de Flankers*, los atletas (masculino y femenino) exhibieron una capacidad similar, teniendo el grupo atleta femenino un mejor desempeño que el grupo control femenino.

Para arrojar un poco de luz sobre la diferencia entre los deportes Want et al. (2013) realiza una investigación comparando la capacidad de inhibición en universitarios que practican deportes de carácter cerrado (Natación) deporte de interacción (tenis) y un grupo sedentario. Como instrumento de evaluación utiliza *Stop-Signal Task*. Los resultados en esta prueba muestran que los tenistas tienen mejor inhibición que los nadadores y los sedentarios. A su vez, entre nadadores y sedentarios no se hallaron diferencias significativas.

Finkenzeller, Würth, & Amesberger (2014) es el primero que realiza su investigación en edades tempranas (14 años). Analiza las funciones ejecutivas según el tipo de deporte esquiadoras (n=8), futbolistas de alto nivel (n=15) y no deportistas (n=10). Realizan como instrumento de evaluación el *Design Fluency Test* (DFT) para medir las capacidades cognitivas de alto nivel. Se puede concluir que los atletas tienen mejores funciones ejecutivas que los no atletas. Asimismo, los deportistas de deportes de interacción tienen mejores funciones ejecutivas que los de deportes individuales, como ocurrió en el estudio de Wang et al. (2013).

Jacobson & Matthaeus (2014) realizan un estudio con un total de 54 participantes divididos según el tipo de deporte (Atletas propio ritmo/ Atletas ritmo externo/Sedentarios) y género (masculino/femenino).

Utilizando dos test de la batería *D-KEFS* como instrumento de evaluación *Tower Test* que mide capacidades cognitivas de bajo nivel como la resolución de problemas (dividiéndolo en precisión y velocidad en la toma de decisiones) y el *Color-Word Interference Test* para medir capacidades cognitivas de alto nivel (inhibición) y unos instrumentos de evaluación que pese a no medir las funciones ejecutivas tienen una estrecha relación con las capacidades cognitivas de bajo nivel. Por un lado, el instrumento denominado *Coding Test* que mide la velocidad mental de procesamiento y por otro lado el *Vocabulary Test* que mide la IQ. Los resultados muestran relación que los Atletas tienen mejores capacidades cognitivas de bajo nivel (toma de decisiones) y de alto nivel (inhibición) que los sedentarios, sin embargo, no encuentran diferencias en la velocidad de procesamiento mental ni la IQ. Además, los atletas a ritmo propio (como natación o atletismo) tienen mayor inhibición que atletas a ritmo externo (tenis o fútbol) o no deportistas.

En su estudio, Verburgh, Scherder, Van Lange, & Oosterlaan (2014) realiza un análisis de las funciones ejecutivas de los jugadores de fútbol (n=126) en edades tempranas (11,8 años), dividiéndolos según nivel de pericia (Gran talento/amateur). Intenta replicar el estudio de Vestberg et al. (2012) pero en edades tempranas. Utiliza, al igual que el estudio de Wang et al. (2013), el instrumento de *Stop Signal task* para medir la inhibición. Además, utiliza instrumentos para medir la memoria de trabajo visoespacial (*Visuospatial Working Memory*) y la atención (*Attention Network Test*). Los resultados nos muestran cómo los jugadores de gran talento tienen mejores puntuaciones en inhibición que los amateurs. No se encuentran diferencias en la prueba *Visuospatial Working Memory* ni en la *Attention Network Test*. Estos resultados pueden deberse a la edad y se necesitaría un estudio prospectivo para controlar si los que tienen mejores funciones ejecutivas llegarían a ser deportistas de élite.

Huigjen et al. (2015) siguiendo la línea de Verburgh et al. (2014) evalúan las funciones ejecutivas en jugadores jóvenes de fútbol (n=96), dividiendo a los jugadores según nivel de pericia (Fútbolistas élite/subélite). Utilizando los instrumentos de evaluación para medir las capacidades cognitivas de alto nivel *Design fluency Test* y el *Stop Signal test*

para medir la inhibición y el TMT (*Trail Making Test*) para la flexibilidad cognitiva y atención. Los resultados revelaron diferencias significativas en el DFT, *Stop Signal test* y TMT entre los grupos, concluyendo que los jugadores de élite tienen mejores puntuaciones en las funciones ejecutivas que los subélite. Si se controla el tiempo de entrenamiento y el rendimiento académico estas diferencias desaparecerían en el DFT, en cambio, si se analizan las funciones ejecutivas por separado (*Stop Signal test* y TMT) se seguían encontrando las diferencias significativas.

En la población ciclista Martín et al. (2016) realiza una investigación sobre la inhibición. Dividendo a los participantes en dos grupos según nivel de pericia (Ciclistas profesionales/aficionados). Para evaluar la inhibición utilizó el mismo instrumento de evaluación que hemos usado en nuestro estudio: *Stroop test* concluyendo que los ciclistas profesionales tienen una mayor capacidad de inhibición que los aficionados.

Lundgren, Högman, Näslund, & Parling (2016) intenta reproducir el estudio de Vestberg et al. (2012) en jugadores de hockey hielo (n=48), para ello divide a los participantes según su nivel de pericia (élite/Amateur) y los compara con los datos normativos de la población. Utilizaron como instrumentos de evaluación para medir las capacidades cognitivas de alto nivel el *Design Fluency Test* y el TMT para medir la flexibilidad cognitiva llegando a la conclusión de que los jugadores de élite y los amateurs tienen unas mejores funciones ejecutivas que la población basal. Sin embargo, no hubo diferencias entre ambos grupos. Tampoco se pudo corroborar estos resultados con la medición de la flexibilidad cognitiva.

Replicando su estudio original Vestberg, Reinebo, Maurex, Ingvar, & Petrovic (2017) intenta estudiar si las funciones ejecutivas en jugadores jóvenes de fútbol de élite (n=49) son superiores a la población basal y si el resultado predice el rendimiento en fútbol. Utilizaron como instrumentos de evaluación primario para medir las funciones ejecutivas de alto nivel el *Design Fluency Test* y como secundarios el *Colour World Interference Test* y el TMT. Para medir las capacidades cognitivas de bajo nivel se ha utilizado un instrumento de evaluación denominado *CogStateSports* que se encarga de medir la atención y la velocidad de procesamiento. Los jugadores de fútbol de élite tienen unas mejores capacidades cognitivas tanto de alto nivel como

las de bajo nivel que la población media.

En el baloncesto, Alarcón et al. (2017) evalúan las funciones ejecutivas según el nivel de pericia (élite/subélite/amateur), son los primeros que utilizan tres grupos de jugadores de diferentes categorías. Han utilizado como instrumentos de evaluación *Design Fluency Test* y *Stroop Test*. Los resultados mostraron que los de élite superaron a los subélite y amateur en la prueba DFT, sin embargo, a diferencia del estudio de Vestberg et al. (2012) no se pudo corroborar en la prueba específica de inhibición (*Stroop Test*). No hubo diferencias entre subélite y amateur.

Según rendimiento:

Vestberg et al., (2012) en la parte prospectiva del estudio evalúa la relación entre capacidades cognitivas de alto nivel: flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo y el rendimiento en campo (goles y asistencias) en jugadores de fútbol (alta y baja división). La recogida de datos de goles y asistencias se produjo a partir de los años siguientes a la medición. Los resultados muestran que la puntuación en el DFT tiene relación con el rendimiento en campo de los jugadores de fútbol (Alta y baja división), concluyendo que los jugadores que tenían mejores puntuaciones en el DFT metían más goles y daban más asistencias dos años más tarde. Por lo que el DFT tiene relación con el desempeño futuro en jugadores de fútbol.

Sobre hockey hielo, Lundgren et al. (2016) intenta evaluar si las funciones ejecutivas tienen relación con el rendimiento en campo. El análisis del rendimiento se produjo al final de la temporada utilizando una medida estadística que se basa en el número de goles encajados y recibidos mientras el jugador está en el terreno de juego. No hay relación entre el *Design Fluency Test* y el rendimiento en campo, no pudiendo reproducir en Hockey hielo los resultados de fútbol (Vestberg et al., 2012), sin embargo, sí lo correlacionaron de forma significativa con la flexibilidad cognitiva (TMT).

Intentando reproducir su estudio, Vestberg et al., (2017) analiza si las funciones ejecutivas predicen el rendimiento en fútbol en jugadores con edades tempranas. Los datos relativos al rendimiento (goles y asistencias

por partido) fueron recogidos durante dos años. Tanto las funciones ejecutivas de alto nivel como las de bajo nivel correlacionaron de forma significativa con el rendimiento en campo.

Según posicionamiento táctico:

Lundgren et al. (2016) ha sido pionero en analizar si las funciones ejecutivas varían según el posicionamiento táctico. Para analizar a los jugadores se les dividió según su posicionamiento táctico teniendo así tres grupos, delantero, portero y defensa. Los delanteros centros tuvieron unas mejores funciones ejecutivas que el resto de posiciones.

Tabla 3. Funciones ejecutivas como variables predictoras del rendimiento deportivo.

Estudio (Id.)	Participantes(muestra, edad media), Grupos/Condiciones	Tarea y diseño y FEs	Resultados
(Vestberg et al., 2012) (Id. 1)	57 (25,3 y 22,8 años) Alta división/Baja división.	-Rendimiento en competición fútbol (goles y pases). -Dos años y medio (de enero 2008 a mayo 2010) - Inhibición, MT, FC, atención y VP.	-FEs predicen rendimiento futuro en fútbol. -A <nivel de competición < nivel de FEs
(Alves et al., 2013) (Id.2)	154 (19,74 años) Jugadores profesionales voleibol/No atletas	-Práctica deportiva. -Sesión de evaluación (retrospectivo). - Inhibición, FC, MT y atención.	-Atletas > FEs y atención visoespacial. -Varones > FEs que mujeres, sobretodo en no atletas.
(Wang et al., 2013) (Id. 3)	60 (20 años) Nadadores /Tenistas /S edentarios	-Tipo de AF aeróbica y nivel incertidumbre deportiva. -Sesión de evaluación (retrospectivo) -Inhibición.	-Tenistas <TR y > inhibición que nadadores y sedentarios. -Entre nadadores y sedentarios no se hallaron diferencias.
(Finkenzeller et al., 2014)	36 (14 años)	-Tipo y práctica deportiva (individual o colectiva).	-Atletas > FEs que no atletas.

(Finkenzeller et al., 2014) (Id. 4)	36 (14 años) Esquiadoras/Fútbolista s/No atletas.	-Tipo y práctica deportiva (individual o colectiva). -Sesión de evaluación (retrospectivo). - Inhibición y FC.	-Atletas > FEs que no atletas. -Fútbolistas (deporte colectivo) > FEs que esquiadoras (deporte individual).
(Jacobson & Matthaeus, 2014) (Id. 5)	54 (2,13 años) Atletas propio ritmo / Atletas ritmo externo / Sedentarios	-Tipo y práctica de AF. -Sesión de evaluación (retrospectivo). -Inhibición, TD y Rdp.	-Atletas > FEs que sedentarios. -Niveles de FEs varían según el tipo de deporte. Atletas a ritmo propio > inhibición que el resto. -Atletas a ritmo externo > Rdp que el resto.
(Verburgh et al., 2014) (Id. 6)	126 (11,8 años) Fútbolistas de gran talento / amateur.	-Nivel de pericia. -Sesión de evaluación (retrospectivo) -Inhibición, MT, atención.	-Fútbolistas de alto talento >FEs que los amateurs.

<p>(Huijgen et al., 2015) (Id. 7)</p>	<p>96 (15,31) Fútbolistas élite/subélite</p>	<p>-Nivel de pericia. -Sesión de evaluación (retrospectivo). Inhibición, MT, FC, TR.</p>	<p>-Jugadores élite > inhibición, MT, FC. -Si se controla tiempo entrenamiento y rendimiento académico > beneficios en inhibición y FC en jugadores élite. -Jugadores élite y subélite = MT.</p>
<p>(Martin et al., 2016) (Id. 8)</p>	<p>20 (24,5 años) Ciclistas profesionales/aficionados.</p>	<p>-Nivel de entrenamiento. 2 sesiones familiarización + sesión carga mental (30 minutos de la versión modificada incongruente Stroop de colores y palabras) + sesión control (similares condiciones que Stroop).</p>	<p>- Los ciclistas profesionales > inhibición que los aficionados. - Los ciclistas profesionales > resistencia a fatiga mental que aficionados.</p>
<p>Lundgren et al. (2016) (Id. 9)</p>	<p>46 (23,7 años) jugadores de Hockey Hielo élite/amateur</p>	<p>FC, MT e inhibición -Rendimiento en competición Hockey Hielo (goles encajados y marcados mientras el jugador está en el campo). - Posicionamiento Táctico</p>	<p>- Élite y Amateur > FEs que población basal. No diferencias entre grupos. - FC → Rendimiento en competición. - Delantero Centro > FC que el resto de posiciones.</p>

Vestberg et al. (2017) (Id. 10)	41 (12 a 19 años) jugadores de élite. N=30 para el análisis rendimiento en campo.	<ul style="list-style-type: none"> - FEs Alto nivel: FC, MT e inhibición - FEs Bajo nivel: Atención, vel. Procesamiento. - Rendimiento en competición en fútbol (Goles y asistencias). 	<ul style="list-style-type: none"> - FEs Alto nivel élite > No deportista - FEs Bajo nivel élite > No deportista - FEs Alto y Bajo nivel pueden predecir el rendimiento.
Alarcon et al. (2017) (Id. 11)	34 jugadores de baloncesto (élite // subélite / amateur)	- FC, MT e Inhibición.	<ul style="list-style-type: none"> - Élite > FEs subélite y amateur - No diferencias entre Subélite y Amateur.

**CAPÍTULO II. JUSTIFICACIÓN, OBJETIVOS,
HIPOTESIS Y VARIABLES DE ESTUDIO**

2.1 Justificación

Los requerimientos cognitivos de los jugadores en los deportes de interacción coinciden con las habilidades descritas por los investigadores en las que actúan las funciones ejecutivas. Las funciones ejecutivas se han relacionado con el rendimiento deportivo en diferentes estudios (Alarcón et al., 2017; Alves et al., 2013; Finkenzeller et al., 2014; Huigjen et al., 2015; Jacobson & Matthaeus, 2014; Lundgren et al., 2016; Martin et al., 2016; Verburgh et al., 2014; Vestberg et al., 2012; Vestberg et al., 2017; Wang et al., 2013). Sin embargo, esta relación entre funciones ejecutivas y rendimiento deportivo todavía no está totalmente clara.

Los deportistas de élite de deportes de interacción tienen mejores funciones ejecutivas que la población no deportista (Alves et al., 2013; Finkenzeller et al., 2014; Jacobson & Matthaeus, 2014; Lundgren et al., 2016; Vestberg et al., 2012; Vestberg et al., 2017; Wang et al., 2013), pero los resultados son contradictorios a la hora de analizar las diferencias según nivel de pericia. Mientras que existen estudios que encuentran esta relación entre pericia y nivel de funciones ejecutivas (Alarcón et al., 2017; Huigjen et al., 2015; Verburgh et al., 2014; Vestberg et al., 2012; Vestberg et al., 2017), otros en cambio no la encuentran, sobre todo cuando se analizan dichas capacidades de manera aislada o eliminando el efecto que tiene el volumen de horas de práctica deportiva (Huigjen et al., 2015).

Además, son pocos los estudios que analizan las funciones ejecutivas con el rendimiento en campo de los deportistas. Así, Vestberg et al. (2012) y Vestberg et al. (2017) apoyan que hay una relación entre los goles y asistencias marcados por jugadores de fútbol y sus funciones ejecutivas, mientras que estos resultados no han podido ser reproducidos en hockey hielo (Lundgren et al., 2016). Sólo existe un estudio longitudinal (Vestberg et al., 2012), que encuentra que el nivel de funciones ejecutivas de los jugadores de fútbol predice el rendimiento en campo dos años después. Esta escasez de estudios y su poca solidez provocan que los resultados de las investigaciones sean poco fiables en la actualidad. Se necesita, por tanto, seguir analizando la relación entre funciones ejecutivas y rendimiento en los

deportes de interacción estudiados hasta este momento y ampliar la población a otros deportes con necesidades cognitivas similares, y así, poder ayudar a esclarecer estos resultados contradictorios y proporcionar a los entrenadores información que les ayude a detectar el talento y desarrollarlo a partir de estas capacidades cognitivas de alto nivel.

Tras este análisis previo sobre la relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento deportivo en deportes de interacción, se plantea el siguiente problema:

¿Está relacionado el rendimiento de jugadores de fútbol sala, el rol que desempeñan y su nivel de pericia con sus funciones ejecutivas?

¿Es posible que las Funciones ejecutivas puedan predecir el éxito deportivo de los jugadores de fútbol sala?

2.2 Objetivos del estudio

Este estudio plantea el objetivo principal de:

O: Analizar las funciones ejecutivas de jugadores de fútbol sala y su relación con el nivel de pericia, el rendimiento deportivo y rol del jugador.

A partir del objetivo principal, se plantean los siguientes objetivos específicos:

O₁: Analizar si la memoria de trabajo de los participantes depende de su nivel de pericia.

O₂: Analizar si la flexibilidad cognitiva de los participantes depende de su nivel de pericia.

O₃: Analizar si la capacidad de inhibición de los participantes depende de su nivel de pericia.

O₄: Analizar si la memoria de trabajo de los participantes depende de su rendimiento en competición.

O₅: Analizar si la flexibilidad cognitiva de los participantes depende de su rendimiento en competición.

O₆: Analizar si la capacidad de inhibición de los participantes depende de rendimiento en competición.

O₁. Analizar si la memoria de trabajo de los participantes depende del puesto específico que ocupa.

O₂. Analizar si la flexibilidad cognitiva de los participantes depende del puesto específico que ocupa.

O₃. Analizar si la capacidad de inhibición de los participantes depende del puesto específico que ocupa.

O₄. Analizar si las funciones ejecutivas pueden predecir el rendimiento deportivo de los jugadores profesionales en competición.

2.3 Hipótesis del estudio

Las funciones ejecutivas de los jugadores de fútbol sala están relacionadas con su rendimiento, puesto específico y nivel de pericia.

A raíz de esta afirmación se plantean las siguientes hipótesis:

H₁: Los jugadores expertos tienen mayores niveles de memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva que los jugadores amateurs y personas no deportistas.

H₂: Los jugadores profesionales de fútbol sala que más goles y asistencias consiguen en la competición son los que mayores niveles poseen de memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva.

H₃: Los jugadores de fútbol sala profesionales poseen diferentes niveles de funciones ejecutivas según sean portero, ala, pívot, o cierre.

H₄: Las funciones ejecutivas predicen el nivel de pericia de los participantes del estudio.

H₅: Las funciones ejecutivas predicen el rendimiento durante la competición de los jugadores profesionales de fútbol sala de este estudio.

2.4 Variables:

Variables independientes

VI₁. Rendimiento durante la competición (R). Número de goles y

asistencias conseguidos por los jugadores de élite. Definiendo la asistencia como el pase a un compañero que le deja en posición de ventaja y acaba en gol.

El cálculo de la puntuación del rendimiento de los jugadores se realizó de la siguiente forma:

1) Para los porteros, se tuvo en cuenta los goles recibidos por partido (GRPP) y asistencias por partido (APP) empleando la fórmula: $\text{Rendimiento} = \text{GRPP} - \text{APP}$.

2) Para el resto de jugadores, se tuvo en cuenta los goles por partido (GPP) y las asistencias por partido (APP) empleando la fórmula: $\text{Rendimiento} = \text{GPP} + \text{APP}$.

VI. Puesto específico (portero/cierre/ala/pívot).

Portero: Puesto específico que se ocupa de custodiar la portería evitando que entre la pelota en su portería durante el partido. Ejemplo: Amarillo (P).

Cierre: Jugador ubicado por delante del portero, ocupando la última línea defensiva antes del portero y la primera formando la base de la línea ofensiva. Ejemplo: Azul (1).

Ala: Jugadores que se ocupan de utilizar las bandas para desplegar su juego. Ejemplo: Rosa (2).

Pívot: Jugador más cercano a la portería rival, primera línea defensiva y punto de referencia de la zona ofensiva. Ejemplo: Verde (3).

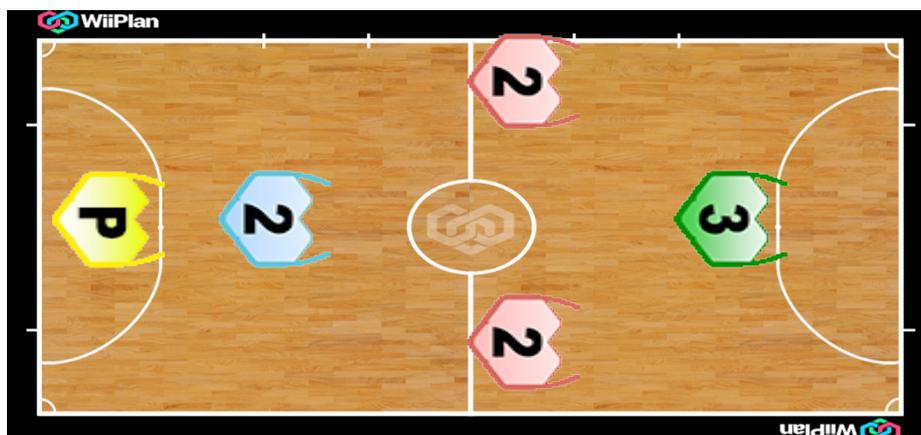


Figura 9. Puestos específicos en el fútbol sala y su distribución en la pista.

VI. Niveles de pericia. Esta variable independiente es necesaria para determinar las diferencias entre expertos y no expertos, se pretende observar las diferencias entre los diferentes niveles:

Élite: Jugadores de Primera División Liga Nacional de Fútbol Sala (LNFS).

Amateur: Jugadores de Tercera División fútbol sala (RFEF).

No deportistas: Población que nunca ha estado federada en ningún deporte.

Criterios de inclusión para cada grupo:

- **Élite:**
- Participar en LNFS con licencia federativa del primer equipo.
- Jugadores que tuvieron una participación media en competición inferior a la que se estima en jugadores de fútbol sala. Según Dođramaci et al. (2015) debido a las características formales del deporte, los jugadores de fútbol sala participan aproximadamente entre el 38-56% del tiempo total de partido, por lo que se realizó una entrevista con el entrenador para revisar que jugadores no cumplían la condición de tener una participación media de al menos el 38% de media por partido. Todos los participantes que no llegaron a esa cifra fueron excluidos.
- Goles recibidos al Portero-Jugador. No se han tomado en consideración para la puntuación de rendimiento los goles recibidos (GRPP) mientras se ha desempeñado una función especial de ataque de este deporte que se denominada portero-jugador, puesto que, en ese momento, el portero-jugador (que normalmente es realizado por un jugador de campo), por los aspectos formales del juego, si quiere participar en el ataque debe rebasar la línea de medio campo.

- **Amateurs:**

- Participar en Tercera División RFEF con licencia federativa en vigor la presente temporada.
- No haber jugado en su trayectoria deportiva en una categoría superior a la tercera división.

- **No deportistas:**
- Tener un rango de edad cronológica similar a los jugadores de fútbol sala (17-39 años).
- Género masculino.
- No haber estado federado en cualquier deporte en algún momento de su vida.

El cumplimiento de los criterios de inclusión se verificó mediante dos procedimientos:

Entrevista personal con cada uno de los participantes.

En el grupo de élite y el amateur se comprobó con la licencia federativa que perteneciesen a la disciplina del primer equipo y en el caso del Tercera División que no hubiesen participado en otras ligas de mayor categoría con un informe federativo de cada jugador solicitado a la Federación de Fútbol territorial correspondiente.

En el grupo de élite se realizó una entrevista con el entrenador para revisar las características y posiciones de los participantes.

Variables dependientes

VD₁: Capacidad de inhibición (ST). La capacidad que tiene el sujeto para clasificar la información de su entorno e inhibir las distracciones.

VD₂: Capacidad de actualización de la memoria de trabajo (W). Capacidad de mantener y manipular la información que tiene en la mente mientras ejecuta una acción

VD₃: Flexibilidad cognitiva (DF). Capacidad de modificar de manera flexible el comportamiento, manejando pensamientos múltiples simultáneamente.

Se controlarán las siguientes covariables: Edad cronológica de los

participantes.

Variables Control

VC.: Edad.

VC.: Género.

VC.: El proceso de intervención didáctica de los evaluadores. La información proporcionada a todos los jugadores tuvo lugar antes de la tarea y a través del canal auditivo, descriptiva e individual, para informar únicamente del contenido de la prueba y de la organización de la misma (Tiempo disponible...).

VC.: Efecto orden de las pruebas establecidas en el protocolo. Se contrabalanceó el orden de las pruebas para evitar que el orden de administración pudiera contaminar los resultados.

VC.: Expectancia. A los evaluadores encargados de recoger toda la información mediante los test y mediante la grabación y posterior recogida de información, no se les suministró información sobre el objeto del estudio y las hipótesis planteadas. Sólo disponían de la información necesaria para recoger la información solicitada.

VC.: Errores de registro. Para evitar errores en este sentido se anotaron en las diferentes hojas todos los datos y observaciones pertinentes, así como, los resultados para poder ser siempre consultados a posteriori. Además, para registrar los goles y asistencias dos observadores independientes visualizaron y analizaron los vídeos de los partidos. Tras la visualización de cada partido se cotejaba la información y si había discrepancias se revisaban para solucionarlas.

CAPÍTULO III. MÉTODO

3.1 Población y muestra

La muestra final del estudio se ha constituido con 182 participantes (n=182) todos del género masculino cuya edad osciló entre los 17 y 46 años con un promedio de 25,1 años (DT = 5,1), de los cuales un 61% son jugadores de élite (n=111) que supone un 57,81% de los jugadores de primera división de la Liga Nacional de Fútbol Sala (LNFS), un 20,9% amateur (n=38) y un 18,1% no deportistas (n=33) (Figura 10).

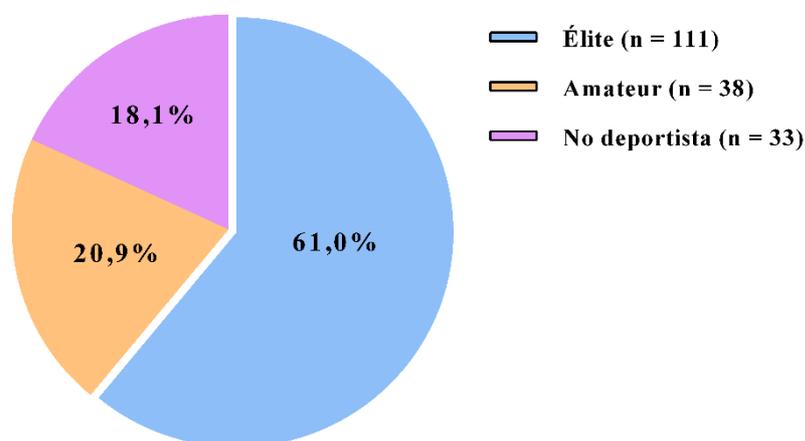


Tabla 4. Edad (media y D.T.) de los participantes del estudio.

Participantes	Élite (n=)	Amateur (n=)	No deportista (n=)	Total (n=182)
Media (Edad)	26	23,5	23,7	25,1
D.T.	4,6	4,4	6,4	5,1

Respecto al tipo de muestreo seleccionado, ha sido no probabilístico por conveniencia y de carácter opinático, cuya característica principal es que los sujetos se seleccionan de manera intencional atendiendo al criterio de los niveles de pericia. Todos los sujetos, incluyendo los menores de edad (padres o representantes legales) rellenaron y firmaron voluntariamente el consentimiento informado (ver anexo 1) que ha sido, posteriormente, presentado y autorizado por el comité de ética de la Universidad Católica

San Antonio de Murcia (UCAM).

3. 2 Test e Instrumentos.

Para la evaluación de la variable independiente de rendimiento se ha analizado la productividad de los jugadores objeto de estudio a través del *match analysis*. Se ha llevado a cabo un procedimiento basado en el registro organizado y el análisis de conductas perceptibles (Lapresa et al., 2014) de dos variables cuantitativas de juego: asistencias y goles, como en el estudio de Vestberg et al. (2012).

Para evaluar la variable dependiente (W, DF y ST) se han seleccionado aquellas pruebas validadas de lápiz y papel que han sido más utilizados por los investigadores en la literatura internacional para valorar estos componentes de las funciones ejecutivas. Los instrumentos aplicados han sido los siguientes:

1. Letras y números → Memoria de Trabajo (W).
2. Design Fluency Test → Flexibilidad Cognitiva (DF).
3. Stroop → Inhibición (ST).

A continuación, se va a realizar una descripción más detallada de cada uno de ellos:

Letras y Números (LN):

Letras y Números (Gold, Carpenter, Randolph, Goldberg, & Weinberger., 1997) fue diseñado para ajustarse a la construcción de memoria de trabajo de Baddeley (1986) al requerir almacenar y manipular información simultáneamente. La exigencia de realizar múltiples operaciones a través de una información final más que un simple almacenamiento parece ser la característica crítica, es decir, el “trabajo” de la memoria, que está relacionado con formas más complejas de resolución de problemas. Esto no se representa en otros test que implican poco “trabajo” expresado en el concepto de Memoria de Trabajo (Gold et al., 1997).

El instrumento de evaluación LN es un subtest que forma parte de la

tercera edición de la escala de inteligencia de Wechsler para adultos, “WAIS-III” (Wechsler, 1999). Pese a ser una batería de test que nació para el diagnóstico del deterioro neuropsicológico y el retraso mental, se ha extendido su utilización en otros campos con el uso de los subtests, ya que permiten una discriminación de rendimiento, así como también en el diagnóstico del talento (Wechsler, 1999), por ello se ha utilizado en varios ámbitos como el académico (García, 2012), o el deportivo (Verburgh et al., 2014).

Se solicita al sujeto el almacenamiento y procesamiento simultáneo de información (Gold et al., 1997). El evaluador leerá al sujeto una combinación de letras y números y su tarea será repetir la secuencia. Primero los números en orden ascendente y luego las letras en orden alfabético, ejemplo: “T-9-A-3” → “3-9-A-T”, constando para cada elemento de tres intentos y posibilitando ser aplicada a participantes con un nivel cultural bajo o provenientes de otras culturas o contextos (Wechsler, 2012).

	Intento	Elemento	Respuesta correcta	Punt. Intento		Puntuación elemento			
				0	1	0	1	2	3
1	1	L-2 2-L		0	1	0	1	2	3
	2	6-P 6-P		0	1				
	3	B-5 5-B		0	1				
2	1	F-7-L 7-F-L		0	1	0	1	2	3
	2	R-4-D 4-D-R		0	1				

Figura 11. Extracto del Test de Letras y Números.

En cada intento, se concede un punto a la respuesta correcta y 0 puntos a la incorrecta (cuando se omite un número o una letra, o cuando no se hayan repetido en el orden solicitado). Una vez finalizado el test se suman los intentos acertados para obtener la puntuación directa de la prueba (puntuación máxima; 21 puntos). A partir de esta puntuación y en base a la edad podemos calcular la puntuación escalar de cada sujeto (Wechsler, 1999).

Design Fluency Test (DF): Esta prueba forma parte de una batería de test denominada Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS) que sirve para medir las Funciones Ejecutivas del sujeto donde la puntuación

está normalizada por la edad (Delis et al, 2001). Esta batería la conforman nueve tests, que evalúan la flexibilidad cognitiva, la inhibición, la resolución de problemas, la planificación, el control de los impulsos, la formación de conceptos, el pensamiento abstracto y la creatividad (Verbal y espacial) (Soprano, 2003). Cada prueba de esta batería se ha diseñado para ser un instrumento independiente que se puede administrar de forma individual o junto con otras, dependiendo de las necesidades de la evaluación (Swanson, 2005).

Con este instrumento de evaluación se pretende medir la capacidad del sujeto de realizar y tolerar cambios, la flexibilidad para resolver problemas y pasar el foco atencional de un tema a otro cuando se requiera (García, 2012). Por tanto es una prueba que evalúa la creatividad, la inhibición de la respuesta y la **flexibilidad cognitiva** (Swanson, 2005). La prueba se divide en tres condiciones y consiste en dibujar la mayor cantidad de diseños posibles uniendo los puntos en 60 segundos en cada una de ellas. En cada condición se tiene en cuenta tres premisas básicas: cada diseño debe ser diferente; se utilizan cuatro líneas rectas en cada diseño; y cada línea debe tocar otra línea en un punto (Delis et al., 2001). DF

El procedimiento de administración para rellenar las tres condiciones va a ser el siguiente:

Condición 1, Puntos rellenos.

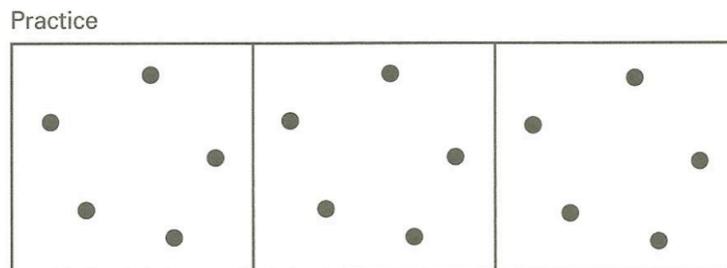


Figura 12. Ejemplo practica Condición 1.

Condición 2, Puntos vacíos.

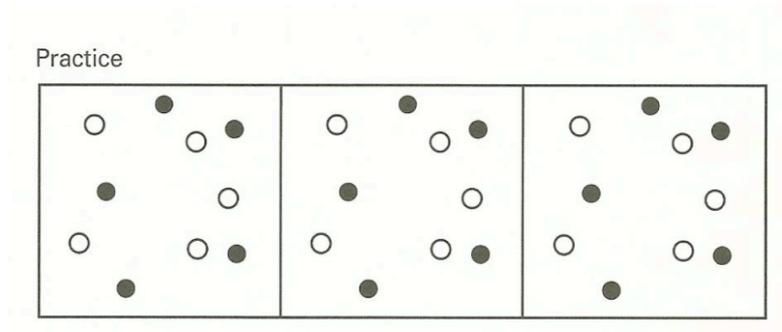


Figura 13. Ejemplo practica Condición 2.

Condición 3, Intercambiar puntos rellenos con vacíos.

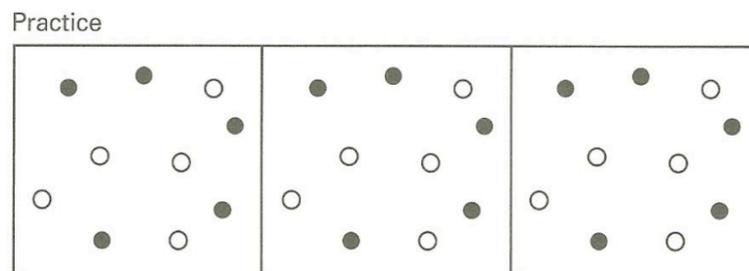


Figura 14. Ejemplo practica Condición 3.

El examinador va a dar una retroalimentación verbal y va a dejar practicar al sujeto antes de cada prueba:

Condición 1:

- Realiza diferentes diseños.
- Usa sólo 4 líneas rectas.
- Cada línea toca como mínimo otra línea en un punto.

Condición 2:

- Conecta sólo los puntos vacíos.
- Realiza diferentes diseños.
- Usa sólo 4 líneas rectas.
- Cada línea toca como mínimo otra línea en un punto.

Condición 3, Intercambia puntos rellenos con vacíos:

- Intercambia entre puntos rellenos y puntos vacíos.
- Realiza diferentes diseños.
- Usa sólo 4 líneas rectas.
- Cada línea toca como mínimo otra línea en un punto.

Stroop (ST): Creado por Stroop (1935) ha sido probablemente el test más utilizado en una amplia variedad de campos de la psicología (Álvarez & Emory, 2006), entre ellos el experimental, los psicopatológicos y los neuropsicológicos. Además, es considerada en consenso como una tarea eficaz para evaluar la eficiencia de los mecanismos inhibitorios (Ludwig, Borella, Tettamanti, & Ribaupierre, 2010).

Puede ser utilizado solo o como parte de una batería más general. Su rápida administración (5 minutos), su validez, su fiabilidad y la facilidad de aplicación han hecho del Stroop un instrumento especialmente atractivo (Golden, 1994) y utilizado en el ámbito del deporte, tanto en deportes cerrados (Martin et al., 2016) como en deportes de interacción, por ejemplo, el baloncesto (Alarcón et al., 2017), el tenis (Ishihara et al., 2016) o el fútbol (Chirosa-Rios et al., 2016; Martin-Martinez et al., 2015).

La lógica de la tarea se basa en que la identificación de los colores en adultos es siempre más lenta que la lectura de los nombres de colores, observando que cuando se pide al sujeto que lea palabras, lo hace de manera más rápida si las palabras están escritas en tinta negra que si se le pide al sujeto que nombre el color de la tinta con que está escrita la palabra, aumentando el tiempo casi un 50% en relación con el tiempo necesario en la lámina con tan sólo colores. A esta fuerte disminución en la velocidad de

identificación de los colores se conoce como el “efecto de interferencia” (Golden, 1994).

El test consiste en presentar visualmente a los participantes una serie de elementos divididos en tres laminas, en la versión normalizada del Stroop cada lámina consta de 100 elementos divididos en 5 columnas de 20 elementos cada una de ellas, donde el sujeto tiene 45” por cada lámina para leer el mayor número de elementos posibles (Golden, 1994).

La primera lámina está formada por las palabras “ROJO”, “VERDE” y “AZUL” ordenadas al azar e impresas en tinta negra en una hoja de tamaño A4. No se permite que la misma palabra aparezca dos veces seguidas en la misma columna (Golden, 1994).

ROJO	AZUL	VERDE	ROJO	AZUL
VERDE	VERDE	ROJO	AZUL	VERDE

Figura 15. Stroop. Ejemplo Lámina 1.

La segunda lámina está formada por 100 elementos iguales “XXXX” impresos con tinta de los mismos colores de la primera lámina “ROJO”, “VERDE” y “AZUL” ordenados al azar e impresas en una hoja de tamaño A4. No se permite que la misma palabra aparezca dos veces seguidas en la misma columna, ni los colores en el mismo orden de la primera lámina (Golden, 1994).

XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX

Figura 16. Stroop. Ejemplo Lámina 2.

La tercera lámina consiste en las palabras de la primera lámina impresas en los colores de la segunda, mezcladas (Golden, 1994). Las palabras se muestran con un color de tinta incongruente (por ejemplo, "rojo" escrito en azul). Los participantes son instruidos para nombrar el color de la tinta tan rápido y preciso como sea posible (Ludwig et al., 2010).



Figura 17. Stroop. Ejemplo Lámina 3.

El participante debe leer las palabras de color en la primera hoja, los colores de la segunda hoja y el color de la tinta (no las palabras) en la tercera hoja (Álvarez & Emory, 2006). Por lo tanto, en el test de Stroop se obtienen tres puntuaciones:

- P: Palabras leídas en la primera lámina.
- C: Elementos realizados en la segunda lámina.
- PC: Elementos realizados en la tercera lámina.

Los errores no se cuentan, pero en la instrucción verbal previa a la realización del test se insta a los participantes a repetir el elemento si se equivoca, por lo tanto, si se produce un error la puntuación será menor porque al repetir invertirá más tiempo y podrá leer menor cantidad de elementos (Golden, 1994).

Para determinar la puntuación de interferencia pura se debe calcular la diferencia entre la PC y la PC' (PC estimada), la fórmula de PC' y de interferencia son las siguientes (Golden, 1994):

$$PC' = \frac{C \times P}{C + P}$$

$$\text{Interferencia } PC \left(\frac{CxP}{C + P} \right)$$

3. 3. Diseño y procedimiento

Se realizó un estudio transversal retrospectivo para analizar la influencia de pertenecer a los grupos establecidos en las funciones ejecutivas de los participantes.

En primer lugar, tanto en el grupo confeccionado por los jugadores de élite como el de los jugadores amateurs, se contactó con el presidente de las diferentes competiciones (LNFS y RFEF) para obtener que pudiera facilitarnos el acceso a los clubes.

Una vez realizada esta primera toma de contacto, se envió una carta informativa con una infografía (Anexo 2) a cada club y se produjo una reunión con los directivos y cuerpo técnico para comunicar:

- Propósitos de la investigación
- Nombres de los principales investigadores y entidad a la que pertenecen (Universidad Católica San Antonio de Murcia).
- Duración prevista de la participación de cada individuo (50 min).
- Descripción de los pasos a seguir.
- Descripción de cualquier riesgo o incomodidad razonablemente previsible para el participante (el estudio se considera de riesgo muy bajo debido a que no hay impacto físico).
- Contacto para obtener respuestas a las preguntas pertinentes sobre los derechos de investigación.
- Presentación del informe de resultados para cada participante (Anexo 3).

Una vez aprobado por parte del club la investigación, se procedía a citar a cada participante por individual a la realización de la batería de test. Los participantes recibían una introducción acerca de la investigación en la que se incluía:

- Propósitos de la investigación.

- Nombres de los principales investigadores y entidad a la que pertenecen (Universidad Católica San Antonio de Murcia).
- Duración prevista de la participación (50 min).
- Descripción de cada test.
- Descripción de cualquier riesgo o incomodidad razonablemente previsible para el participante.
- Contacto para obtener respuestas a las preguntas pertinentes sobre los derechos de investigación y para solicitar su informe si es de su interés.
- Declaración de que la participación es voluntaria, su derecho a negarse a participar y a interrumpir y/o retirarse de la investigación en cualquier momento sin penalización o pérdida de beneficios a los que el sujeto tiene derecho.
- Tras firmar el preceptivo consentimiento informado (Anexo 1) se inició la evaluación.
- Sólo los participantes que firmaron el consentimiento informado fueron incluidos en el estudio.

En el grupo élite se llevó a cabo un estudio retrospectivo de los goles y asistencias durante la temporada 2014-2015 de la Liga Nacional de Fútbol Sala. Para evaluar las acciones de juego se realizó la observación mediante video de todos los partidos de la LNFS. Los vídeos fueron extraídos de un servidor web (FileZilla) facilitado por los entrenadores de los clubes donde se encontraban todos los partidos grabados. Para que la codificación de los datos fuera efectiva se registraron a través de una hoja de observación por dos observadores independientes, una vez recopilados todos los datos se colocaron en una hoja de Excel (Sarmiento et al., 2015). Además, para comprobar la calidad del dato los resultados se compararon con las estadísticas oficiales de los jugadores de la página oficial de la LNFS (www.lnfs.es).

El proceso de administración de los instrumentos de evaluación fue estandarizado, en primer lugar, se citaba a los participantes de manera individual en una sala tranquila y aislada del ruido para una mayor concentración. El equipo se distribuía en tres grupos y cada uno de ellos recibía en un orden distinto las pruebas (ABC; BCA; CAB). Para decidir el

orden se ha usado un contrabalanceo incompleto cuadrado latino. Los instrumentos de evaluación fueron administrados por evaluadores capacitados siguiendo las instrucciones estandarizadas de cada instrumento. La evaluación se realizaba siempre por la mañana y antes del entrenamiento de los jugadores, para evitar una activación o fatiga de sus capacidades cognitivas.

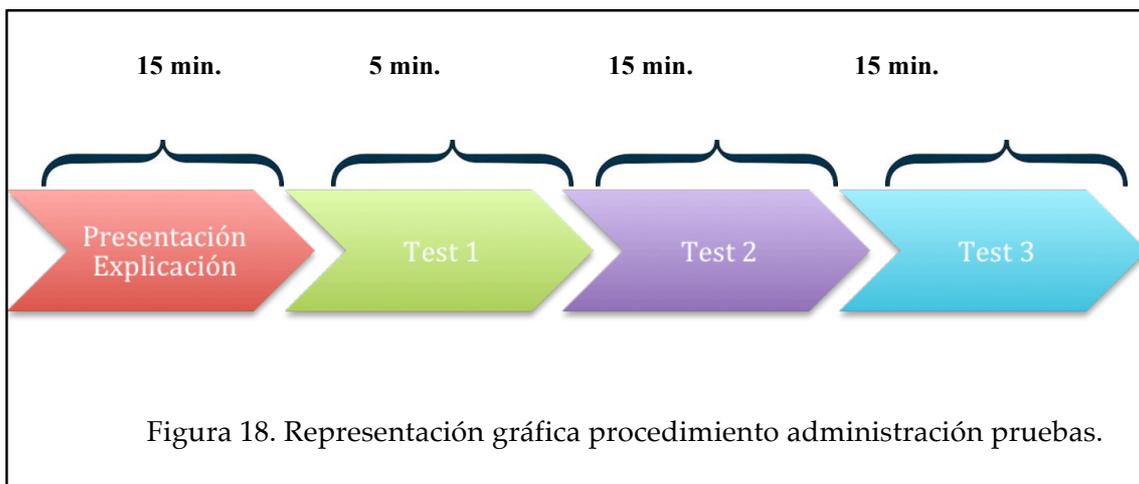


Figura 18. Representación gráfica procedimiento administración pruebas.

Toda la batería se aplicaba en una sola sesión, si se observaban signos de fatiga o cualquier otro síntoma que pudiese afectar a los resultados de la prueba, se detenía su aplicación dejando descansar al participante unos minutos entre las distintas pruebas.

3. 4. Aspectos éticos

El protocolo de estudio, incluyendo los aspectos éticos, se ha realizado bajo los principios recogidos en la declaración de Helsinki (1964) y siguiendo las normas del Comité Ético de la Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Los sujetos han sido informados de los objetivos del estudio y se le ha solicitado su consentimiento informado tanto de manera verbal como

escrita, tanto para su participación en el mismo, como para la utilización de los resultados, además, no han recibido ninguna compensación económica por su participación.

Así mismo, se garantizará la total confidencialidad de todos los datos e informaciones relativas a los participantes, tal y como se observa en la Ley Orgánica para la Regulación del Tratamiento Automatizado de Datos de Carácter Personal (Ley Orgánica 5/1992).

3. 5. Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico descriptivo de la muestra se emplearon los métodos descriptivos básicos, de modo que, para las variables cualitativas, se obtuvo el número de casos presentes en cada categoría y el porcentaje correspondiente; y para las variables cuantitativas los valores mínimos, máximo, media y desviación típica.

La comparación de las variables dependientes (DF, ST y W) entre los grupos se realizó mediante el análisis multivariante de la varianza (MANCOVA) introduciendo la edad como covariable.

El modelo de regresión logística se empleó para determinar si DF, ST y W presentan un efecto significativo en la predicción de ser deportista de élite frente a ser amateur.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 23.0 para Windows. Las diferencias consideradas estadísticamente significativas son aquellas cuya $p < 0.05$.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

IV. RESULTADOS

Para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas en las variables dependientes: Flexibilidad Cognitiva (DF), Inhibición (ST) y Memoria de Trabajo (W) entre los participantes según los grupos considerados, se realizaron análisis multivariante de la varianza (MANCOVA) introduciendo la variable edad como covariable, cuyos resultados se muestran a continuación.

Para un correcto uso de la prueba se comprobaron los siguientes supuestos básicos del MANCOVA: 1) contraste de esfericidad de Barlett para determinar si las variables dependientes (dimensiones test) están significativamente correlacionadas, 2) Contraste M de Box para comprobar la homogeneidad de matrices de varianzas-covarianzas entre los grupos, comprobando previamente la homogeneidad univariante de la varianza entre grupos mediante el test de Levene.

La comprobación del supuesto de esfericidad de Barlett se realizó para los test DF, ST y W, y el de homogeneidad univariante y matrices de varianzas-covarianzas se comprobó entre grupos (élite, amateur y no deportistas), posición campo y rendimiento. Con respecto a la normalidad multivariante, MANCOVA es una técnica robusta frente a desviaciones a la normalidad con tamaños muestrales grandes.

4.1 Análisis descriptivo y prueba de Barlett de las escalas empleadas.

En la Tabla 5 se muestran los rangos, medias y desviaciones típicas de las puntuaciones obtenidas en la muestra del estudio en las dimensiones de las escalas empleadas. La prueba Barlett determinó que las variables dependientes presentan una correlación significativa Aprox. $\chi^2(6) = 277,17$, $p < 0,001$. Se presenta una media de 14 (DT = 3,5) en la flexibilidad cognitiva (DFT), una media de 6,1 (DT = 8,7) en la inhibición (ST) y una media de 10,4 (DT = 8,7) en la memoria de trabajo (W) de los participantes.

Tabla 5. Descriptivo escalas.

Escala	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
DF	5	19	14	3,5
ST	-21,2	36,7	6,1	8,7
W	1	17	10,4	3,1

4.2 Comparación puntuaciones escalas según grupos

4.2.1 Según nivel de pericia

En relación a los supuestos de homogeneidad univariante y homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas las pruebas realizadas mostraron que ambos supuestos se cumplieron (Tabla 6).

Tabla 6. Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según nivel deportivo.

Escala	Prueba de igualdad de varianzas de error (Levene)	Prueba homogeneidad de matrices de varianzas-covarianzas
DF	$F(2,179) = 2,71, p = 0,069$	M de Box = 19,52, $p = 0,351$
ST	$F(2,179) = 0,02, p = 0,985$	
W	$F(2,179) = 2,63, p = 0,075$	

El MANCOVA realizado para comparar las puntuaciones en las escalas entre los grupos, mostró que existen diferencias estadísticamente significativas [F T² de Hotelling (6,350) = 2,45, $p = 0,025$, $\eta^2 = 0,051$] según el nivel deportivo. El tamaño del efecto (η^2) –medio- indica que el 5,1% de la

varianza en relación a las escalas es explicada por la variable por lo que se continúa con el estudio para indagar en cuáles de las dimensiones se pudieron obtener las diferencias. La covariable edad no mostró un efecto significativo [F T² de Hotelling (3,176) = 1,028, p = 0,382, eta² = 0,007]

Los ANCOVAs de continuación para el MANCOVA (Tabla 7), muestran que los efectos significativos se presentaron en el DF y W. Las comparaciones dos a dos de Bonferroni mostraron que, en el DF, la puntuación de los deportistas de élite fue significativamente superior con respecto a los no deportistas (p = 0,021), no resultado significativa con respecto al amateur (p = 0,995) ni entre los amateurs y no deportistas (p = 0,813). En W, la puntuación de los deportistas de élite fue significativamente superior con respecto al amateur (p = 0,025), no resultando significativa con respecto a los no deportistas (p = 0,287) ni entre los amateurs y no deportistas (p = 0,993). En la Figura 19 se muestran los resultados.

Tabla 7. Medias (DT) y contrastes univariados entre grupos en las escalas.

Variable, media (DT)	Tipo			ANCOVA		
	Élite (n = 111)	Amateur (n = 38)	No deportista (n = 33)	F(g.l.)	p-valor	eta ²
DF	14,5 (3,2)	13,9 (3,9)	12,6 (3,5)	F(2,179) = 3,72	0,026*	0,040
ST	6,6 (8,8)	4,6 (8,8)	6,2 (8,4)	F(2,179) = 0,76	0,471	0,008
W	10,9 (2,6)	9,4 (3,6)	9,9 (3,6)	F(2,182) = 4,12	0,018*	0,044

*p<0,05 **p<0,01

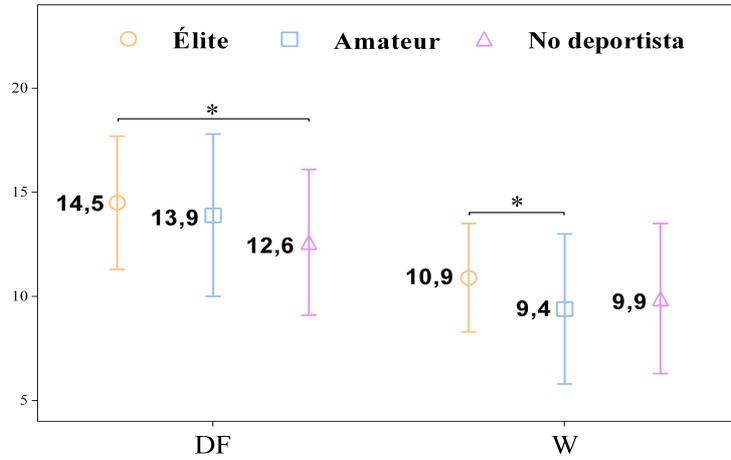


Figura 19. Comparaciones en DF y W según pericia.

Nota: Las barras representan la media ± error típico.

4.2.2 Según posición.

En este apartado se va a estudiar a los jugadores de élite, para ello, vamos a dividir el grupo élite por su posición en el campo (portero, cierre, ala y pívot).

En relación a los supuestos de homogeneidad univariante y homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas las pruebas realizadas mostraron que ambos supuestos se cumplieron (Tabla 8).

Tabla 8. Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según posición campo.

Escala	Prueba de igualdad de varianzas de error (Levene)	Prueba homogeneidad de matrices de varianzas-covarianzas
DF	$F(3,107) = 0,55, p = 0,650$	$M de Box = 12,52, p = 0,466$
ST	$F(3,107) = 0,14, p = 0,934$	
W	$F(3,107) = 1,75, p = 0,161$	

El MANCOVA realizado para comparar las puntuaciones en las

escalas entre las posiciones, mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas [F T² de Hotelling (6,208) = 0,810, p = 0,563, eta² = 0,023] en las escalas según la posición en el campo. En la Tabla 9 se muestran las medias y desviaciones típicas por posición en las escalas. La covariable edad no mostró un efecto significativo [F T² de Hotelling (2,105) = 2.259, p = 0,109, eta² = 0,006]

Tabla 9. Medias y desviaciones típicas en las escalas según posición campo.

Variable, media (DT)	Posición campo			
	Cierre (n = 20)	Ala (n = 54)	Pívot (n = 18)	Portero (n = 19)
DF	14,3 (3,2)	14,2 (3,3)	14,2 (3,3)	15,6 (2,8)
ST	7,7 (9,9)	6,8 (8,8)	7,1 (9,1)	4,7 (7,4)
W	11,8 (2,5)	10,7 (3,0)	10,7 (1,9)	10,8 (2,3)

4.2.3 Según rendimiento.

En este apartado se va a estudiar a los jugadores de élite, para ello, vamos a dividir el grupo élite por su rendimiento en el campo (goles y asistencias).

En la Tabla 10 se muestran los puntos de corte (basados en los terciles) para la clasificación de un jugador en su nivel de rendimiento en función de su posición en el campo. En la Figura 20 se muestra el porcentaje de jugadores en cada nivel.

Tabla 10. Puntos de corte para la clasificación de los jugadores según su rendimiento

	Rendimiento		
	Bajo	Medio	Alto
Porteros	> 4,09	3,21 - 4,09	< 3,21
Resto jugadores	< 0,34	0,34 - 0,72	>0,72

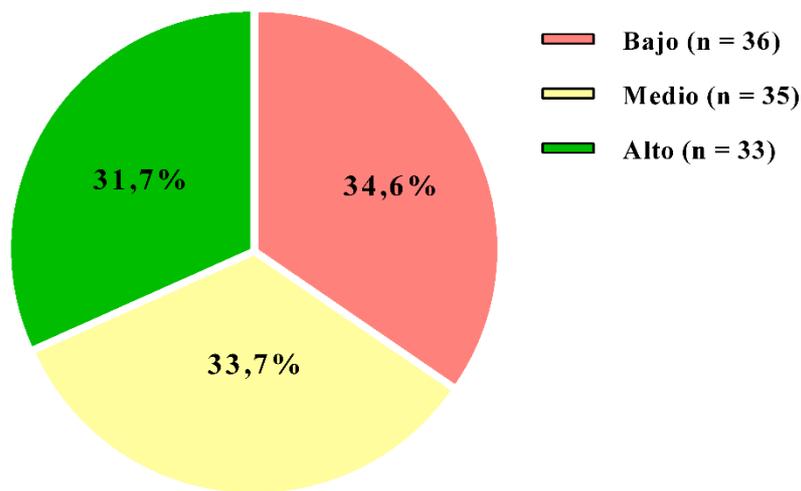


Figura 20. Distribución de los jugadores en función del rendimiento.

General

En relación a los supuestos de homogeneidad univariante y homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas las pruebas realizadas mostraron que ambos supuestos se cumplieron (Tabla 11).

Tabla 11. Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento.

Escala	Prueba de igualdad de varianzas de error (Levene)	Prueba homogeneidad de matrices de varianzas-covarianzas
DF	F(2,101) = 0,77, p = 0,467	M de Box = 9,52, p = 0,593
ST	F(2,101) = 0,77, p = 0,465	
W	F(2,101) = 1,29, p = 0,283	

El MANCOVA realizado para comparar las puntuaciones en las escalas entre los niveles de rendimiento, mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas [F T² de Hotelling (4,196) = 0,895, p = 0,468, eta² = 0,018] en las escalas según el rendimiento del jugador. La covariable edad no mostró un efecto significativo [F T² de Hotelling (2,99) = 1,837, p = 0,164, eta² = 0,009]. En la Tabla 12 se muestran las medias y desviaciones típicas por rendimiento en las escalas.

Tabla 12. Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento.

Variable, media (DT)	Rendimiento		
	Bajo (n = 36)	Medio (n = 35)	Alto (n = 33)
DF	15,0 (3,1)	14,6 (3,5)	13,9 (3,2)
ST	7,7 (8,5)	6,0 (9,2)	7,7 (8,6)
W	10,8 (2,9)	11,0 (2,5)	11,5 (2,2)

Por posición

Cierre

Una vez comprobado el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad univariante y homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas las pruebas realizadas (Tabla 13), el MANCOVA realizado para comparar las puntuaciones en las escalas entre los niveles de rendimiento, mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas [F T² de Hotelling (4,28) = 0,925, p = 0,464, eta² = 0,069] en las escalas según el rendimiento de los jugadores de cierre. La covariable edad no mostró un efecto significativo [F T² de Hotelling (2,15) = 0,975, p = 0,399, eta² = 0,013]. En la Tabla 14 se muestran las medias y desviaciones típicas por rendimiento en las escalas.

Tabla 13. Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento para jugadores cierre.

Escala	Prueba de igualdad de varianzas de error (Levene)	Prueba homogeneidad de matrices de varianzas-covarianzas
DF	F(2,17) = 0,69, p = 0,517	M de Box = 10,38, p = 0,587
ST	F(2,17) = 0,45, p = 0,646	
W	F(2,17) = 0,46, p = 0,637	

Tabla 14. Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento para jugadores cierre.

Variable, media (DT)	Rendimiento		
	Bajo (n = 12)	Medio (n = 5)	Alto (n = 3)
DF	14,50 (3,5)	14,60 (3,2)	12,67 (2,3)
ST	5,20 (10,3)	12,44 (10,4)	9,49 (6,0)
W	11,50 (2,6)	11,80 (2,9)	13,00 (1,7)

Ala

Una vez comprobado el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad univariante y homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas las pruebas realizadas (Tabla 15), el MANCOVA realizado mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas [F T2 de Hotelling (4,86) = 0,562, $p = 0,422$, $\eta^2 = 0,038$] en las escalas según el rendimiento de los jugadores ala. La covariable edad no mostró un efecto significativo [F T2 de Hotelling (2,44) = 1,981, $p = 0,150$, $\eta^2 = 0,021$]. En la Tabla 16 se muestran las medias y desviaciones típicas por rendimiento en las escalas.

Tabla 15. Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento para jugadores ala.

Escala	Prueba de igualdad de varianzas de error (Levene)	Prueba homogeneidad de matrices de varianzas-covarianzas
DF	F(2,46) = 2,26, $p = 0,116$	M de Box = 8,31, $p = 0,633$
ST	F(2,46) = 2,24, $p = 0,118$	
W	F(2,46) = 0,38, $p = 0,686$	

Tabla 16. Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento para jugadores ala.

Variable, media (DT)	Rendimiento		
	Bajo (n = 14)	Medio (n = 17)	Alto (n = 18)
DF	15,14 (2,7)	14,18 (3,8)	13,78 (3,5)
ST	8,44 (4,9)	5,61 (8,8)	8,79 (10,5)
W	10,50 (3,6)	10,94 (2,8)	11,17 (2,5)

Pívor

En relación a los supuestos de homogeneidad univariante y homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas las pruebas realizadas mostraron que ambos supuestos se cumplieron (Tabla 17).

Tabla 17. Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento para jugadores pívot.

Escala	Prueba de igualdad de varianzas de error (Levene)	Prueba de homogeneidad de matrices de varianzas-covarianzas
	DF	F(2,13) = 0,50, p = 0,616
ST	F(2,13) = 3,79, p = 0,051	
W	F(2,13) = 1,16, p = 0,343	

El MANCOVA realizado mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas [$F T^2$ de Hotelling (4,20) = 1,364, $p = 0,359$, $\eta^2 = 0,170$] en las escalas según el rendimiento del pívot. La covariable edad no mostró un efecto significativo [$F T^2$ de Hotelling (2,11) = 2,087, $p = 0,170$, $\eta^2 = 0,017$]. En la Tabla 18 se muestran las medias y desviaciones típicas por rendimiento en las escalas.

Tabla 18. Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento para jugadores pívot.

Variable, media (DT)	Rendimiento		
	Bajo (n = 3)	Medio (n = 7)	Alto (n = 6)
DF	14,67 (4,2)	14,00 (3,1)	14,33 (4,2)
ST	18,64 (7,8)	5,35 (10,7)	5,98 (3,4)
W	10,67 (1,2)	10,57 (2,3)	11,50 (1,4)

Porteros

Una vez comprobado el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad univariante y homogeneidad de las matrices de varianzas-covarianzas las pruebas realizadas (Tabla 19), el MANCOVA realizado mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas [F T2 de Hotelling (4,26) = 0,561, $p = 0,693$, $\eta^2 = 0,079$] en las escalas según el rendimiento de los porteros. La covariable edad no mostró un efecto significativo [F T2 de Hotelling (2,14) = 1,055, $p = 0,374$, $\eta^2 = 0,043$]. En la Tabla 20 se muestran las medias y desviaciones típicas por rendimiento en las escalas.

Tabla 19. Homogeneidad varianzas y matriz varianzas-covarianzas según rendimiento para porteros.

Escala	Prueba de igualdad de varianzas de error (Levene)	Prueba homogeneidad de matrices de varianzas-covarianzas
DF	F(2,16) = 0,90, $p = 0,427$	M de Box = 12,52, $p = 0,466$
ST	F(2,16) = 0,32, $p = 0,733$	
W	F(2,16) = 0,65, $p = 0,538$	

Tabla 20. Medias y desviaciones típicas en las escalas según rendimiento para porteros.

Variable, media (DT)	Rendimiento		
	Bajo (n = 7)	Medio (n = 6)	Alto (n = 6)
DF	15,71 (3,1)	16,50 (3,1)	14,50 (2,0)
ST	5,85 (8,5)	2,51 (6,6)	5,40 (7,8)
W	10,14 (2,8)	11,00 (2,2)	11,50 (1,9)

4.3 Efecto de las escalas en la predicción de un deportista de élite

Para estudiar el efecto de las variables IQ, DF, ST y W en la predicción de ser deportista de élite vs. amateur, se realizó un modelo de regresión logística cuyo resultado se muestra en la Tabla 21 en la que observamos que ninguna de las escalas presenta efecto significativo en ser deportista de élite frente a ser amateur.

Tabla 21. Efecto de las escalas para la predicción de ser un deportista de élite.

Variables	β (ET)	Wald	OR	IC _{95%} OR	p-valor
DF	0,013 (0,058)	0,818	1,013	0,91-1,14	0,818
ST	0,018 (0,023)	0,442	1,018	0,97-1,07	0,442
W	0,014 (0,032)	0,191	1,009	0,95-1,23	0,662
Constante	-2,558 (1,467)	3,041	0,077		0,081

ET: error típico. OR: Odds ratio. IC: intervalo confianza.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar si los jugadores de fútbol sala poseen un desempeño superior en las funciones ejecutivas en relación con la población normal. En la actualidad, existe una tendencia en averiguar qué funciones ejecutivas pueden estar relacionadas con el rendimiento deportivo, y de esa manera, poder proyectar programas de desarrollo de talento (Alarcón et al., 2017; Huigjen et al., 2015; Jacobson & Matthaeus, 2014; Lundgren et al., 2016; Martin et al., 2016; Verburgh et al., 2014; Vestberg et al., 2012; Vestberg et al., 2017;). Así, en la principal hipótesis de este estudio se propone que las funciones ejecutivas de alto nivel tienen una relación significativa positiva sobre el nivel de pericia y el rendimiento en los jugadores de fútbol sala.

5. 1. Comparación entre diferentes grupos

5. 1. 1. Correlación funciones ejecutivas y el nivel de pericia

H₁. Las funciones ejecutivas de alto nivel tienen una relación significativa positiva sobre el nivel de pericia.

Nuestra predicción de que los deportistas de élite superarían a los no deportistas y amateur en las funciones ejecutivas se basó en los resultados de un meta-análisis de Voss et al. (2009), en el que se demostró que la pericia en el deporte no sólo se relaciona con habilidades cognitivas en entornos específicos, sino que en tareas cognitivas no alejadas del deporte, también los deportistas rendían mejor en algunas de estas capacidades cognitivas.

Los resultados han puesto de manifiesto que existen diferencias en las funciones ejecutivas en el grupo de élite en comparación con el grupo no deportista y el amateur, lo que satisface la primera hipótesis de la investigación, replicando los resultados obtenidos en anteriores investigaciones en adultos (Alves et al., 2013; Lundgren et al., 2016;

Vestberg et al., 2012), en adolescentes (Huigjen et al., 2015; Vestberg et al., 2017) y en niños (Verburgh et al., 2014). Estos hallazgos continúan el camino marcado por los estudios previos sobre los dominios cognitivos específicos del deporte, describiendo que los jugadores de élite tienen unas habilidades cognitivas superiores cuando los comparamos con la población amateur o con la no deportista (Mann et al., 2007).

Con respecto a la capacidad inhibitoria, en este estudio no se han encontrado estas diferencias entre los diferentes niveles de pericia. Estos hallazgos son contrarios a los encontrados hasta ahora, como los Huigjen et al. (2015), en los que los jugadores jóvenes de élite poseen unos mayores niveles de inhibición que en los sub-élite, o los de Martin et al. (2016) que encuentra diferencias entre el grupo profesional (n=11) respecto al recreacional (n=9). Por su parte, Jacobson & Matthaeus (2014) encuentran diferencias entre el grupo de deportistas respecto al grupo sedentario. Sin embargo, cuando los participantes se dividen según el tipo de deporte practicado, los deportistas de deportes cíclicos (atletismo o natación) tienen mejores puntuaciones en inhibición que el grupo de deportistas de deportes de interacción (fútbol o tenis). En cambio, Wang et al. (2013), tras analizar la inhibición en universitarios según el tipo de deporte practicado, encuentra que los deportistas de deportes de interacción tienen mejores puntuaciones en inhibición que los deportistas de deportes cerrados (natación) y sedentarios.

Si se analiza la capacidad de inhibición por rango de edad, en adultos Vestberg et al. (2012) encuentran diferencias significativas en la inhibición utilizando el instrumento de evaluación *Colour-World Interference Test* (CWI), observando las mayores diferencias del grupo de alta división frente al de baja división cuando se requería de un mayor control ejecutivo (CWI 4). En jóvenes, Huigjen et al. (2015) encuentra diferencias significativas en el grupo de élite frente al sub-élite, utilizando como instrumento de evaluación el *Stop-Signal Task*. Verburgh et al. (2014) utilizan también este instrumento en niños (11,8 años de media) encontrando diferencias significativas en el grupo de mayor talento respecto al menor.

En los estudios que comparan la inhibición de la población deportista y la no deportista, podemos observar diferencias significativas en

los jugadores de voleibol profesionales respecto a un grupo control no deportista (Alves et al., 2013). Sin embargo, otros estudios según el nivel de pericia en fútbol con jóvenes (Vesteberg et al., 2017), en baloncesto (Alarcon et al., 2017), y en jugadores de hockey hielo (Lundgren et al., 2016) no encuentran diferencias en el control inhibitorio ni entre los diferentes niveles de pericia (Alarcon et al., 2017; Lundgren et al., 2016) ni con la población media (Vestberg et al., 2017). Dado que los instrumentos de evaluación fueron diferentes y el nivel de capacidad de lectura no fue evaluado, es difícil interpretar los hallazgos en esta prueba. Otra posible razón explicativa de estos resultados es que los deportistas adoptasen una estrategia de ir más lento en la lectura, ya que un fallo penalizaba, y así, cometer menos errores (Alves et al., 2013).

Los resultados obtenidos en este estudio con respecto a la memoria de trabajo siguen la misma línea que los antecedentes analizados. Los deportistas de élite poseen mejor memoria de trabajo que los amateurs. Estos resultados ponen de manifiesto que la memoria de trabajo es un componente fundamental en un deporte de interacción como el fútbol sala, ya que toda la cantidad de información que reciben los jugadores de manera simultánea deben mantenerla activa y manipularla en la mente mientras ejecutan las tareas que van sucediendo en el juego (Furley & Memmert, 2010). Nuestros resultados no coinciden con las investigaciones anteriores que estudiaron la memoria de trabajo en jugadores de fútbol en edades tempranas (Huigjen et al., 2015; Verburg et al., 2014; Vestberg et al., 2017) posiblemente debido, en primer lugar, a la relación entre memoria de trabajo y edad, ya que la memoria de trabajo tiene un desarrollo lineal a lo largo del desarrollo de las diferentes etapas de la vida, y, en segundo lugar, a que estos estudios mencionados (Huigjen et al., 2015; Verburg et al., 2014; Vestberg et al., 2017) utilizaron instrumentos de evaluación que miden diferentes componentes de la memoria de trabajo. Huigjen et al. (2015) analizan la capacidad de almacenamiento, Verburg et al. (2014) la capacidad de codificación y Vestberg et al. (2017) la capacidad de memoria visoespacial. En nuestro estudio se usó la prueba de letras y números de WAIS, que obliga al participante a actualizar la información entrante, capacidades muy diferentes a las anteriores, y una de las funciones

ejecutivas según Miyake (2000). Llama la atención que el concepto de memoria de trabajo haya recibido menor atención en el campo de la psicología deportiva que otros conceptos cognitivos de menor nivel como la atención (Alves et al., 2013; Verburg et al., 2014; Vestberg et al., 2012) o la toma de decisiones (Jacobson & Matthaeus, 2014; Lundgren et al., 2016) que se supone que dependen en gran medida de la memoria de trabajo (Furley y Memmert, 2010).

El *Design Fluency test* (DF) es una prueba que está asociada con varios niveles de manipulación de la información (memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva). En ella se muestra que los jugadores de fútbol sala de élite tienen un desempeño ejecutivo significativamente superior comparados con la población no deportista ($p = 0,021$), lo que tiene relación con los hallazgos previos (Alves et al., 2013; Finkenzeller et al., 2014; Jacobson & Matthaeus, 2014; Lundgren et al., 2016; Vestberg et al., 2012; Vestberg et al., 2017; Wang et al., 2013) en los que la población deportista de élite obtiene mejores resultados en funciones ejecutivas que la no deportista. Estudios como los de Lundgren et al., (2016) en hockey y Huigien et al., (2015) y Vergurgh et al. (2014) en fútbol, tras comparar los resultados de DFT en futbolistas jóvenes que pertenecían a clubes de más alto nivel con jugadores de la misma edad pero que competían en niveles inferiores, encontraron que los primeros obtenían mejores resultados en las pruebas que evaluaban estas mismas funciones. En esta línea Alarcón et al. (2017) también encontró que los jugadores profesionales de baloncesto obtuvieron mejores resultados en dicha prueba que los amateurs. En cambio, estudios como los de Vestberg et al. (2012) en fútbol, Alves et al., (2013) en voleibol, Martin et al. (2016) en ciclismo y Wang et al. (2013) en tenis, no encontraron que los profesionales fueran superiores a los amateurs.

Estos datos podían deberse a que el desarrollo de las funciones ejecutivas cursa en paralelo con las horas de práctica de los participantes en el deporte. De esta manera, amateurs y élite sólo se diferencian en el número de horas que practican en el tramo final. Previamente, en la etapa infantil y juvenil, ambas poblaciones practican una cantidad de horas similares (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993). Y es en esa etapa donde

existe un desarrollo mayor de las funciones ejecutivas (Best et al., 2009; Papazian et al., 2006). Esta hipótesis se ve reforzada por Huigjen et al. (2015), cuando, tras introducir como covariable las horas de entrenamiento de los dos grupos de deportistas, evidencian que desaparecen las diferencias entre élite y amateurs. Si analizamos los estudios experimentales que manipulan la actividad física para ver la incidencia en dichas funciones, en una revisión reciente (Donnelly, Hillman, Castelli, Etnier, Lee, Tomporowski, & Szabo-Reed, 2016), 7 de los 10 estudios experimentales encontraron algún beneficio cognitivo de orden superior.

Estos beneficios de la práctica deportiva sobre las funciones ejecutivas no están claros del todo. Existe muchos autores que no han encontrado ningún beneficio (Alves et al., 2012; Coles, & Tomporowski, 2008; Kvalø, Bru, Brønnick, & Dyrstad, 2017). Macnamara, Moreau, & Hambrick (2016) realizaron un meta-análisis para estudiar qué variables podían predecir el rendimiento deportivo. Y la práctica deliberada sólo representó el 18% de la varianza en el rendimiento deportivo, lo que pone en entredicho la hipótesis del volumen de práctica como causa de las diferencias de rendimiento entre niveles de pericia (Alarcón et al., 2017). Esto podría explicar porqué Huigjen et al. (2015), al analizar la flexibilidad cognitiva y la inhibición de manera aislada, encontraron que el número de horas de entrenamiento no hacía desaparecer la superioridad de los jugadores con mayor talento.

Desde nuestro punto de vista, estos resultados, a priori contradictorios, podrían estar justificados por la falta de control de los aspectos cualitativos del entrenamiento. La naturaleza y orientación de los entornos de práctica constituyen variables determinantes para el desarrollo de las funciones ejecutivas (Alarcón et al., 2017). De este modo, en los deportes de interacción, éste compromiso cognitivo se deriva de la cooperación entre los miembros del equipo, de la anticipación del comportamiento de compañeros y oponentes y del empleo de estrategias complejas, consiguiendo entornos en los que el niño debe crear, supervisar y modificar constantemente un plan cognitivo para satisfacer las demandas cambiantes de las tareas (Banich, 2009). Como bien dicen Cortis et al. (2011), las situaciones que surgen en este tipo de deportes aseguran un

compromiso mental, y, por tanto, suponen un desafío para el jugador que estimula sus FE.

Las revisiones más actuales apuntan en la misma dirección, y es que para generar cambios positivos en las FE de los participantes es necesario que exista un compromiso cognitivo durante la actividad física (Best, 2010). La evidencia obtenida de varias áreas de investigación ha renovado el interés por las exigencias mentales inherentes a los juegos de actividad física y la aparición de las funciones ejecutivas de los niños. Por ejemplo, autores como Zach & Eyal (2016) han encontrado que la presencia de una determinada carga cognitiva durante el ejercicio físico, en el que existen reglas o condiciones que obliguen a los participantes a estar atentos o recordar e interpretar información previamente a los movimientos, aumenta los beneficios en la memoria de trabajo. Y no solo parece tener un beneficio en estas FE. Autores como Jäger, Schmidt, Conzelmann, & Roebers (2014) también han conseguido mejoras en la capacidad de inhibición.

Para confirmar esta hipótesis autores como los de Martín-Martínez et al. (2015) dan un paso más y, tras realizar un experimento, en el que los participantes se ejercitaron en un programa de dos sesiones semanales de 60 minutos durante 8 semanas, mediante juegos reducidos de deportes de equipo, obtuvieron mejoras significativas en todas las FE. En esta línea, Alesi et al. (2015) y Alesi et al. (2016) analizaron el efecto de un programa de entrenamiento de fútbol durante 6 meses. En ambas ocasiones se obtuvieron beneficios en la memoria de trabajo, la planificación y la inhibición. En esta línea autores como Chiroso-Rios et al. (2015) ponen de manifiesto que con un programa de entrenamiento basado en juegos reducidos en fútbol (espacios relativos similares al fútbol sala) se producen efectos significativos de mejora en la memoria de trabajo y en la flexibilidad cognitiva.

Nuestros hallazgos revelan una posible explicación de las diferencias halladas en el desempeño entre los jugadores de fútbol sala en función del nivel de pericia en términos de sus funciones cognitivas, fundamentalmente en la flexibilidad cognitiva y en la memoria de trabajo.

Como síntesis y a la luz de la literatura, podemos afirmar que existe la posibilidad de que los individuos con unas mejores funciones ejecutivas

tengan mayores posibilidades de tener éxito en los deportes, como ocurre en otros factores de la vida, como el rendimiento académico (García, 2012) o el estatus socioeconómico (Noble et al., 2007). Para poder profundizar sobre ello y afianzar dicha aseveración es necesario seguir ampliando con más estudios que sigan la evolución de los jugadores desde edades tempranas hasta la edad adulta, comprobando si los jugadores con mejores funciones ejecutivas son los que llegan al deporte profesional o simplemente las diferencias entre los deportistas son consecuencia del entrenamiento.

5. 2. Comparación entre élite.

5. 2. 1. Correlación funciones ejecutivas y posición en el campo.

H.: Existen diferencias significativas entre las funciones ejecutivas de alto nivel según la posición táctica ocupada en el campo de los jugadores de élite.

Como comentamos en el apartado anterior, existen evidencias respecto al mejor funcionamiento ejecutivo de algunos de los componentes analizados en los jugadores de élite en comparación con deportistas amateur o no deportistas tanto en edad adulta (Alarcón et al., 2017; Alves et al., 2013; Lundgren et al., 2016; Martin et al., 2016; Vestberg et al., 2012) como en edades tempranas (Huigjen et al., 2015; Finkenzeller et al., 2014; Vestberg et al., 2017). Por lo tanto, sería lógico suponer que los jugadores con parecido nivel de pericia podrían tener unas habilidades cognitivas similares, pero, sin embargo, el estudio de Olmedilla et al. (2015) nos muestra que ni siquiera dentro del mismo deporte o especialidad deportiva todos los jugadores obtienen el mismo perfil.

El conocimiento de las habilidades cognitivas de deportistas profesionales de una misma especialidad puede ser muy valioso para que, junto a los indicadores físicos, técnico-tácticos y de composición corporal, posibiliten a sus entrenadores y técnicos la individualización y optimización de los procesos de entrenamiento (Olmedilla et al., 2015). El estudio de este

perfil por jugador se ha centrado en el estudio psicológico de aspectos como la motivación, la habilidad mental, el control del estrés, cohesión y la dinámica de grupos (Arias, Cardoso, Aguirre-Loaiza, & Arenas, 2016).

En el fútbol sala, utilizando las posiciones tácticas más empleadas por los entrenadores: portero, cierre, ala y pívot (Giuliano, De Oliveira, Marche, Yuzo, Cunha, & Arruda, 2015), se han mostrado diferencias en las características antropométricas (Ramos-Campo et al., 2014) y condicionales (Giuliano et al., 2015).

Los hallazgos de nuestro estudio demuestran que no existen diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de las funciones ejecutivas entre los jugadores de élite de fútbol sala según su posicionamiento en el campo. En fútbol, Vestberg et al. (2012) no obtuvo diferencias en las funciones ejecutivas entre los deportistas con diferente posicionamiento táctico, sin embargo, en otro deporte de interacción como el hockey hielo, Lundgren et al. (2016) encontró que los jugadores que están en la posición de delantero centro tienen mejores puntuaciones en las funciones ejecutivas que los que juegan en las demás posiciones.

Estos resultados pueden deberse a que los jugadores de fútbol sala pese a tener una posición asignada en el campo al comienzo del partido, debido tanto a la alta entropía como al número reducido de jugadores, los participantes son polivalentes y recorren todas las posiciones durante el desarrollo del juego.

En definitiva, los resultados que se obtienen de este estudio no cumplen la hipótesis de partida y la posición en el campo no se ve influenciada de manera significativa por ninguna de las dimensiones de las funciones ejecutivas en los equipos élite.

5. 2. 2 Correlación funciones ejecutivas y rendimiento.

H.: Los jugadores con mejor funcionamiento de las funciones ejecutivas tienen un mejor rendimiento en competición.

Partiendo de la afirmación de que las funciones ejecutivas se estabilizan a partir de la adolescencia y se desarrollan a lo largo de la

infancia (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs, & Catroppa, 2001; Best et al., 2009) y que la muestra analizada ya pasó la etapa adolescente, surge la hipótesis de investigación presente, para contrastar si los jugadores con mejor funcionamiento cognitivo, ya estable, también son los que consiguen un mayor rendimiento en competición.

En un deporte de interacción como el fútbol sala, donde el rendimiento por lo general viene definido por los éxitos colectivos, medir el rendimiento en campo de cada jugador es una tarea dificultosa. Nuestra investigación se ha realizado tomando en consideración el estudio de Vestberg et al. (2012) y los estudios en fútbol sala que toman como indicadores de rendimiento el pase y el lanzamiento a puerta (Doğramacı et al., 2015) en su máximo exponente que es el gol y la asistencia de gol (Naser & Ali, 2016). Así, se ha desarrollado una variable denominada rendimiento para evaluar a los jugadores de élite.

En general, los resultados concernientes a las funciones ejecutivas en relación con el rendimiento deportivo en fútbol sala mostraron una tendencia ascendente a medida que aumentaba el rendimiento, sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas no pudiendo demostrar la hipótesis esperada. Otros estudios (Lundgren et al., 2016; Vestberg et al., 2012; Vestberg et al., 2017) evalúan las funciones ejecutivas en relación con el éxito deportivo en competición con diferentes resultados. Vestberg et al. (2012) comprueba que los futbolistas de élite con mejores funciones ejecutivas tienen mejor rendimiento dos años más tarde en el número de goles y asistencias durante la competición. En otro estudio prospectivo, Vestberg et al. (2017) vuelve a correlacionar las funciones ejecutivas con el rendimiento en campo (goles y asistencias) en jugadores jóvenes de fútbol de élite, aunque el coeficiente de correlación es menor que en los deportistas adultos. Sin embargo, Lundgren et al. (2016) no encuentra relación entre el rendimiento deportivo en jugadores de élite de hockey hielo y su rendimiento en campo, cuestión que puede deberse a que utiliza una variable estadística (goles encajados y marcados) que no depende solamente del jugador evaluado sino de otros factores que pueden contaminar los resultados de la investigación.

Por lo tanto, los resultados de la investigación han demostrado que

la puntuación en las funciones ejecutivas no influye sobre el rendimiento en el campo si tomamos como referencia el número de asistencias y goles en los jugadores de fútbol sala de élite.

5. 2. 3 Funciones ejecutivas como variables predictoras de rendimiento

H₁: Las funciones ejecutivas son predictoras de rendimiento futuro en jugadores de élite de fútbol sala.

En la cuarta hipótesis de este estudio se pretende encontrar una variable que sea predictora de rendimiento futuro en deportistas de élite. Tan sólo Verburgh et al. (2014) ha realizado una regresión logística para comprobar si las funciones ejecutivas pueden predecir el éxito deportivo, concluyendo que los jugadores más talentosos tienen una mayor inhibición que los jugadores amateurs. Pero estos resultados no predicen si un jugador se puede convertir en deportista de élite, puesto que se necesitaría un estudio prospectivo para conocer cuáles de estos niños (11,8 años) llegan a profesional en la vida adulta.

Conocer variables predictoras de rendimiento puede permitir establecer hipótesis de trabajo acerca de la intervención psicológica más apropiada para favorecer el rendimiento deportivo, ayudando a diseñar protocolos de entrenamiento psicológico adecuados a las necesidades ecológicas o específicas de los deportistas, incluso en etapas de formación (Olmedilla et al., 2015). Sin embargo, en nuestro estudio no se han encontrado diferencias significativas en la regresión logística entre las funciones ejecutivas en los jugadores de fútbol sala de élite que puedan concluir que alguna de las escalas presenta un efecto significativo para ser deportista de élite frente a ser amateur.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

Los resultados hallados en el presente trabajo de investigación respecto a las variables analizadas en los jugadores de fútbol sala en función del nivel de pericia, invitan a profundizar en futuros estudios sobre aquellos componentes de las funciones ejecutivas donde se han encontrado diferencias en favor de los jugadores de élite para aumentar el conocimiento y desarrollar aplicaciones prácticas en aras de la mejora de su rendimiento y de la predicción del mismo.

A continuación, desarrollamos cada una de las conclusiones atendiendo, primero, al objetivo principal, y segundo, a los objetivos secundarios planteados en el presente trabajo de investigación.

Objetivo principal: Analizar las funciones ejecutivas de jugadores de fútbol sala y su relación con el nivel de pericia, el rendimiento deportivo y rol del jugador.

Atendiendo al enunciado del objetivo principal concluimos que las funciones ejecutivas en los jugadores de fútbol sala se relacionan con el nivel de pericia, pero no con el rendimiento en campo ni con el posicionamiento táctico o rol que desempeñan.

Primer objetivo: Analizar si la memoria de trabajo de los participantes depende de su nivel de pericia.

Respecto al primer objetivo concluimos que la memoria de trabajo de los participantes depende de su nivel de pericia.

Segundo objetivo: Analizar si la flexibilidad cognitiva de los participantes depende de su nivel de pericia.

Teniendo en cuenta el segundo objetivo concluimos que la flexibilidad cognitiva de los participantes depende de su nivel de pericia.

Tercer objetivo: Analizar si la capacidad de inhibición de los participantes depende de su nivel de pericia.

A la luz del tercer objetivo concluimos que la inhibición de los participantes no depende de su nivel de pericia.

Cuarto objetivo: Analizar si la memoria de trabajo de los participantes depende de su rendimiento en competición.

Considerando el enunciado del cuarto objetivo concluimos que la

memoria de trabajo de los participantes no depende de su rendimiento en competición.

Quinto objetivo: Analizar si la flexibilidad cognitiva de los participantes depende de su rendimiento en competición.

Atendiendo al quinto objetivo concluimos que la flexibilidad cognitiva de los participantes no depende de su rendimiento en competición.

Sexto objetivo: Analizar si la capacidad de inhibición de los participantes depende de rendimiento en competición.

Respecto al sexto objetivo concluimos que la inhibición de los participantes no depende de su rendimiento en competición.

Séptimo objetivo: Analizar si la memoria de trabajo de los participantes depende del puesto específico que ocupa.

Teniendo en cuenta el séptimo objetivo concluimos que la memoria de trabajo de los participantes no depende del puesto específico que ocupa.

Octavo objetivo: Analizar si la flexibilidad cognitiva de los participantes depende del puesto específico que ocupa.

A la luz del octavo objetivo concluimos que la flexibilidad cognitiva de los participantes no depende del puesto específico que ocupa.

Noveno objetivo: Analizar si la capacidad de inhibición de los participantes depende del puesto específico que ocupa.

Considerando el enunciado del noveno objetivo concluimos que la inhibición de los participantes no depende del puesto específico que ocupa.

Décimo objetivo: Analizar si las funciones ejecutivas pueden predecir el rendimiento deportivo de los jugadores profesionales en competición.

Atendiendo al décimo objetivo concluimos que las funciones ejecutivas de los participantes no pueden predecir el rendimiento deportivo de los jugadores profesionales en competición.

**CAPÍTULO VII.
LIMITACIONES DEL
ESTUDIO Y FUTURAS LÍNEAS
DE INVESTIGACIÓN**

7.1 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Finalizado el trabajo de investigación, a continuación, indico una serie de limitaciones que han dificultado el proceso y el alcance de las conclusiones aportadas. Tener consciencia de dichas limitaciones nos ayudará a diseñar futuras iniciativas de investigación de mayor calidad y mayor aportación a la comunidad científica:

- La complejidad de las funciones ejecutivas conlleva a una escasez de instrumentos de evaluación que tengan validez ecológica en el deporte. Ser capaces de predecir el funcionamiento del individuo en el contexto real del juego permitiría una aproximación mucho más efectiva. Los deportistas muestran una baja motivación a la hora de realizar pruebas neuropsicológicas fuera del ámbito deportivo.

- En el grupo élite y el grupo amateur no se pudo seleccionar la muestra de manera aleatoria, teniendo que adecuarse la elección a los sujetos que pertenecían a los equipos que voluntariamente participaron en el estudio, aunque, por otro lado, la muestra de élite fue lo suficientemente grande para ser representativa de una parte de la población específica, como es el jugador de fútbol sala de élite.

- No se controló los años de formación, las horas de práctica y el tipo de entrenamiento (tan sólo en el grupo no deportista). Lo que pudo haber influido sobre los resultados.

- Para evaluar el desempeño en el terreno de juego de los jugadores de élite, la variable rendimiento (goles más asistencias) pudo no ser suficiente para evaluar a todas las posiciones que ocupan los jugadores en el terreno de juego. Aunque se intentó controlar parcialmente teniendo en cuenta la variable rendimiento por posicionamiento táctico, se debería haber incluido las acciones técnico-tácticas que más relevancia tienen por puesto

táctico (por ejemplo, pases correctos o intercepciones). También se debería haber controlado de manera detallada otros factores extrínsecos o variables situacionales que pueden influir en que un jugador marque gol, como, por ejemplo, el lugar que ocupa en la clasificación su equipo o los equipos a los que se enfrenta si no se tiene en cuenta toda una temporada completa (posición en la tabla clasificatoria).

7.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

A la luz de la literatura, parece necesario seguir avanzando en el estudio de la relación existente entre las funciones ejecutivas y el rendimiento deportivo. Debido a las insuficientes evidencias científicas halladas sobre el grado de influencia de la una sobre la otra, sigue latente la recurrente pregunta relativa a cómo se alcanza la excelencia deportiva, es decir, sobre si un deportista talentoso ha llegado a serlo en mayor medida gracias a sus cualidades innatas en su funcionamiento ejecutivo o a través de la acumulación de experiencias en su continuo proceso de mejora en un deporte de interacción tan incierto como es el fútbol sala.

Atendiendo a la revisión bibliográfica realizada y a los resultados hallados en el presente trabajo de investigación, sugerimos las siguientes perspectivas de investigación:

1. Llevar a cabo un estudio longitudinal, examinando al jugador desde el deporte base a la edad adulta para obtener mayor información sobre cómo las capacidades cognitivas difieren en función del nivel de pericia de los deportistas, lo que puede ayudar a la identificación y desarrollo del talento.

2. Evaluar si a través de un entrenamiento basado en la práctica del fútbol sala se pueden mejorar las funciones ejecutivas, valorando en qué componentes ejecutivos se producen y en qué edades. Además, puede servir para arrojar luz sobre qué duración y frecuencia debe tener esa práctica de este deporte. La más mínima mejora en estos factores podría ser importante para el rendimiento deportivo al más alto nivel.

3. Se sugieren nuevas investigaciones sobre diferentes niveles de pericia, por ejemplo, sub-élite, para ayudar a la comprensión de las funciones ejecutivas y su relación con el fútbol sala.

4. Se propone analizar el género femenino y evaluar si existen diferencias por sexos (masculino y femenino).

5. Realizar una investigación enfocándose en el desempeño de otras funciones ejecutivas de "bajo nivel" según el nivel de pericia en los jugadores de fútbol sala.

6. Comparar las funciones ejecutivas de los jugadores de élite entre deportes de interacción atendiendo a las demandas de cada deporte y extender los resultados comparándolos con deportistas de élite de otras especialidades deportivas individuales o con un contexto más cerrado y menos cambiante (natación, atletismo...).

**CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS
BIBLIOGRAFICAS**

8.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abernethy, B. (1987). Selective attention in fast ball sports II: expert-novice differences. *Australian Journal of Science & Medicine Sport*, 19(4), 7-16.
- Abernethy, B. (1991). Visual search strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 189-210.
- Abernethy, B., & Rusell, D. G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6(4), 283-319.
- Abernethy, B., Baker, J., & Côté, J. (2005). Transfer of pattern recall skills may contribute to the development of sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 19, 705-718.
- Alarcón, F., Cárdenas, D., Miranda, M. T., Ureña, N., & Piñar, M. I. (2010). La mejora de la capacidad de atención selectiva del jugador de baloncesto a través de la enseñanza orientada al aprendizaje táctico. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 5(14), 101-108.
- Alarcón, F., Cárdenas, D., Miranda, M. T., Ureña, N., & Piñar, M. I. (2011). Influencia de un programa de entrenamiento sobre la movilidad en baloncesto. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 11(44), 749- 766.
- Alarcón, F., Ureña, N., & Cárdenas, D. (2014). El aprendizaje de reglas discriminativas complejas en baloncesto a través de una instrucción intencional. *Cuadernos De Psicología Del Deporte*, 14(3), 109-116.
- Alarcón, F., Ureña, N., Castillo, A., Martín, D., & Cárdenas, D. (2017). Las funciones ejecutivas como predictoras del nivel de pericia en jugadores de baloncesto. *Revista De Psicología Del Deporte*, 26(1), 71-74.
- Alderman, N., Burgess, P. W., Emslie, H., Evans, J. J., & Wilson, B. (1996). *BADS-Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome*. Londres, Inglaterra: ThamesValley.
- Alesi, M., Bianco, A., Luppina, G., Palma, A., & Pepi, A. (2016). Improving

Children's Coordinative Skills and Executive Functions: The Effects of a Football Exercise Program. *Perceptual & Motor Skills*, 122(1), 27-46.

Alesi, M., Bianco, A., Padulo, J., Luppina, G., Petrucci, M., Paoli, A., ... Pepi, A. (2015). Motor and cognitive growth following a Football Training Program. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-7.

Allard, F., & Starkes, J. L. (1992). Motor-skill experts in sports, dance, and other domains. In K. A. Ericsson & J. Smith (Eds.), *Towards a general theory of expertise: Prospects and limits* (pp. 126–153). Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press.

Alloway, T. (2012). Can interactive working memory training improve learning? *Journal of Interactive Learning Research*, 23(3), 197–207.

Álvarez, J. A., & Emory, E. (2006). Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychology Review*, 16(1), 17-42.

Álvarez, M. (2009). *Datos blandos para ciencias duras*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Álvarez, M., Trápaga, M., & Morales, C. (2013). *Principios de neurociencias para psicólogos*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Alves, C. R., Gualano, B., Takao, P. P., Avakian, P., Fernandes, R. M., & Takito, M. Y. (2012). Effects of acute physical exercise on executive functions: a comparison between aerobic and strength exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34(4), 539-549.

Alves, H., Voss, M. W., Boot, W. R., Deslandes, A., Cossich, V., Salles, J. I., ... Kramer, A. F. (2013). Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players. *Frontiers in Psychology*, 4(36), 1-9.

Anderson, V., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., & Catroppa, C. (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in a Australian sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 385–406.

Anzeneder, C. P., & Bosel, R. (1998). Modulation of the spatial extent of the attentional focus in high-level volleyball players. *European Journal of Cognitive Psychology*, 10, 247–267.

- Araújo, D., & Davids, K. (2009). Ecological approaches to cognition and action in sport and exercise: Ask not only what you do, but where you do it. *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 5-37.
- Arias, I., Cardoso, T. A., Aguirre-Loaiza, H. H., & Arenas, J. A. (2016). Características psicológicas de rendimiento deportivo en deportes de conjunto. *Psicogente*, 19(35), 25-36.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford, Inglaterra: Clarendon Press.
- Baddeley, A. (2000) The episodic buffer: a new component of working memory. *Trends in Cognitive Science*, 4(11): 417-23.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working memory. En G. H. Bower (Ed.) *Recent advances in learning and motivation* (pp. 47-89). New York, Estados Unidos: Academic Press.
- Bajo, M. T., Fuerte, L. J., Lupiáñez, J., & Rueda, R. (2016). *Mente Y Cerebro. De La Psicología Experimental a La Neurociencia Cognitiva*. Madrid, España: Alianza Editorial
- Baker, J., Côté, J., & Abernethy, B. (2003). Sport-specific practice and the development of expert decision-making in team ball sports. *Journal of Applied Sport Psychology*, 15, 12–25.
- Baker, J., Horton, S., Robertson-Wilson, J., & Wall, M. (2003). Nurturing sport expertise: factors influencing the development of elite athlete. *Journal of Sports Sciences and Medicine*, 2(1), 1-9.
- Banich, M. T. (2009). Executive function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 89–94.
- Bar-Eli, M., & Raab, M. (2006). Judgment and decision making in sport and exercise: Rediscovery and new visions. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 519-524.
- Barbas, H., & Blatt, G. J. (1995). Topographically specific hippocampal projections target functionally distinct prefrontal areas in the rhesus monkey. *Hippocampus*, 5, 511–533.
- Barbero, J. C. (2003). Análisis cuantitativo de la dimensión temporal durante la competición en fútbol sala. *European Journal of Human Movement*, 10, 143-163.

- Barbero-Álvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Álvarez, V. V., & Granda-Vera, J. J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal Of Sports Sciences*, 26(1), 63-73.
- Barroso, J. M., & León-Carrillo, J. (2002). Funciones ejecutivas: control, planificación y organización del conocimiento. *Revista de psicología general y aplicada*, 55(1), 27-44.
- Bausela, E. (2014). La atención selectiva modula el procesamiento de la información y la memoria implícita. *Acción Psicológica*, 11(1), 21-34.
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10(3), 295-307.
- Beilock, S. L., Carr, T. H., MacMahon, C., & Starkes, J. L. (2002). When paying attention becomes counterproductive: Impact of divided versus skill-focused attention on novice and experienced performance of sensorimotor skills. *Journal of Experimental Psychology Applied*, 8(1), 6-16.
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4):331-351.
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641-1660.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200.
- Braver, T. S., Barch, D. M., Kelley, W. M., Buckner, R. L., Cohen, N. J., Miezin, F. M., ..., Petersen, S. E. (2001): Direct comparison of prefrontal cortex regions engaged by working memory and long-term memory tasks. *Neuroimage*, 14, 48-59.
- Bueno, C. M. A. (2003). *The effects of seasonal training on visual reaction time in high school basketball players*. (Tesis Doctoral). Southern Connecticut State University, Estados Unidos.
- Bush G., Luu P., & Posner M. I. (2000) Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in cognitive sciences*, 4(6), 215-222.
- Cadavid, N. (2008). *Neuropsicología de la construcción de la función ejecutiva*

- (Tesis Doctoral). Universidad de Salamanca, España.
- Capilla, A., Romero, D., Maestú, F., Campo, P., Fernández, S., Gonzalez-Marqués, J., ... Ortiz, T. (2004). Emergencia y desarrollo cerebral de las funciones ejecutivas. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 32(6), 377-386.
- Cárdenas, D. (2003). El entrenamiento perceptivo en baloncesto. *III Curso de especialización de la preparación física en baloncesto de formación y alto nivel*, 1-39.
- Cárdenas, D., & Alarcón, F. (2010). Conocer el juego en baloncesto para jugar de forma inteligente. *Revista Wanceulen*, 6, 51-72.
- Cárdenas, D, Conde-González, J., & Perales, J. C. (2015). El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo. *Revista Psicología Deporte*, 24(1): 91-100.
- Cárdenas, D., Conde-González, J., & Perales, J. C. (2016). La fatiga como estado motivacional subjetivo. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(1), 31-41.
- Carmoney, P. (1993). *A comparison of choice reaction time in the presence of selected rhythmical auditory stimuli in open and closed skill athletes*. (Tesis Doctoral), Florida State University, Estados Unidos.
- Castaneda, B., & Gray, R. (2007). Effects of Focus of Attention on Baseball Batting Performance in Players of Differing Skill Levels. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 60-77.
- Castejón, F. J. (2010). La toma de decisiones en expertos y noveles: diferencias y consideraciones prácticas. En V., López, & J., Sargatal, (Eds). *La táctica deportiva y la toma de decisiones*. Barcelona, España: Universitat de Girona, Servei de Publicacions.
- Castiello, U., & Umilta, C. (1992). Orienting of attention in volleyball players. *International Journal of Sport Psychology*, 23, 301-310.
- Castillo, A., & Paternina, A. (2006). Redes atencionales y sistema visual selectivo. *Universitas Psychologica Bogota*, 5(2), 305-325.
- Cavanna, A. E. (2013). *Frontal Lobe: Anatomy, Functions and Injuries*. Nueva York, Estados Unidos: Nova Science Publishers, Inc.
- Chabris, C., & Simons, D. (2011). *El gorila invisible. Cómo nos engaña nuestro*

cerebro. Barcelona, España: RBA libros.

- Chaddock, L. (2006). *Sport-specific cardiovascular fitness, cognition, and motor performance: An electrophysiological study of athletes' P300 and LRP brainwave potentials*. Unpublished Manuscript.
- Chaddock, L., Neider, M., Voss, M., Gaspar, J., & Kramer, A. (2011). Do Athletes Excel at Everyday Tasks? *Medicine and Science In Sports And Exercise*, 43(10), 1920-1926.
- Chang, Y. K., Tsai, Y. J., Chen, T. T., & Hung, T. M., (2013). The impacts of coordinative exercise in executive function in kindergarten children: an ERP study. *Experimental Brain Research*. 225(2), 187–196.
- Chirosa-Ríos, L. J., Hernández, A., López, J., Reigal, R., Juárez, R., & Martín-Martínez, I. (2016). Efectos de un programa de juegos reducidos sobre la función ejecutiva en una muestra de chicas adolescentes. *Retos*, 30(3), 171-176.
- Clair-Thompson H. L., & Gathercole S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745–759.
- Climent-Martinez, G., Luna-Lario, P., Bombin-Gonzalez, I., Cifuentes-Rodriguez, A., Tirapu-Ustarroz, J., & Diaz-Orueta, U. (2014). Neuropsychological evaluation of the executive functions by means of virtual reality. *Revista De Neurologia*, 58(10), 465-475.
- Coles, K., & Tomporowski, P. D. (2008). Effects of acute exercise on executive processing, short-term and long-term memory. *Journal of Sports Sciences*, 26(3), 333-344.
- Colmenero, J. M., Catena, A., & Fuentes, L. J. (2001). Atención visual: Una revisión sobre las redes atencionales del cerebro. *Anales de Psicología*, 17(1), 45-67.
- Congdon, E., Lesch, K. P., & Canli, T. (2008). Analysis of DRD4 and DAT Polymorphisms and Behavioral Inhibition in Healthy Adults: Implications for Impulsivity. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 147, 27–32.
- Correa, Á., Lupiáñez, J., & Tudela, P. (2004). La orientación de la atención en

- el tiempo. En J. J. Ortells, C. Noguera, E. Carmona & M. T. Daza (Eds.), *La Atención: un enfoque pluridisciplinar* (pp. 41-55). Valencia, España: Promolibro.
- Correa-Mesa, J. F., & Álvarez-Peña, P. A. (2016). Neurología de la anticipación y sus implicaciones en el deporte. *Revista de la Facultad de Medicina*, 64(1), 99-109. doi: 10.15446/revfacmed.v64n1.50473.
- Cortis, C., Tessitore, A., Lupo, C., Pesce, C., Fossile, E., Figura, F.,... Capranica, L. (2011). Inter-limb coordination, strength, jump, and sprint performances following a youth men's basketball game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1): 135-142.
- Cotterill, S. T., & Discombe, R. (2016). Enhancing decision-making during sports performance: Current understanding and future directions. *Sport & Exercise Psychology Review*, 12(1), 54-68.
- Coutinho, P., Mesquita, I., & Fonseca, A. M. (2016). Talent development in sport: A critical review of pathways to expert performance. *International Journal Of Sports Science & Coaching*, 11(2), 279-293.
- Crone, E. A. (2009). Executive functions in adolescence: inferences from brain and behavior. *Developmental Science*, 12(6), 825-830.
- D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2015). The cognitive neuroscience of working memory. *Annual Review of Psychology*, 66(3), 115-140.
- Dahlin, K. (2013). Working memory training and the effect on mathematical achievement in children with attention deficits and special needs. *Journal of Education and Learning*, 2(1), 118-133.
- Damasio, A. (1994). *Descartes' error. Emotion, reason and the human brain*. New York, Estados Unidos: Putnam's Sons.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078.
- Davies, D. R., Jones, D. M., & Taylor, A. (1984); Selective and sustained attention tasks: Individual and group differences. En R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (395-448).

Londres, Inglaterra: Academic Press.

Delis, D. C., Kaplan, E., & Kramer, J. (2001). *Delis Kaplan Executive Function System*. San Antonio, Estados Unidos: The Psychological Corporation.

Diamond, A. (1985). Development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants' performance on AB. *Child Development*, 56(4), 868–883.

Diamond, A. (1990a). Developmental time course in human infants and infant monkeys, and the neural bases of inhibitory control in reaching. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 608, 637–676.

Diamond, A. (1990b). The development and neural bases of memory functions as indexed by the AB and delayed response tasks in human infants and infant monkeys. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 608, 267–317.

Diamond, A. (2002). Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 418, 700-707.

Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. En E. Bialystok & F. I. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp. 70-95). Oxford, Inglaterra: Oxford University Press.

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.

Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. (1985). Evidence for involvement of prefrontal cortex in cognitive changes during the first year of life: Comparison of performance of human infants and rhesus monkeys on a detour task with transparent barrier. *Society for Neuroscience Abstracts*, 11, 832.

Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. (1989). Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's AB task: Evidence for dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*, 74, 24 – 40.

Diamond, A., & Ling, S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear

justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34–48.

Didierjean, A., & Marmèche, E. (2005). Anticipatory representation of visual basketball scenes by novice and expert players. *Visual Cognition*, 12, 265-283. doi: 10.1080/13506280444000021.

DiDomenico A. & Nussbaum MA (2008). Interactive effects of physical and mental workload on subjective workload assessment. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 38(11-12): 977-983.

Dittrich, W. H. (1999). Seeing Biological Motion - Is There a Role for Cognitive Strategies? En A. Braffort, R. Gherbi, S. Gibet, D. Teil, J. Richardson (Eds) *Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction* (pp. 3-22). Berlín, Alemania: Springer-Verlag.

Doğramacı, S. N., Watsford, M. L., & Murphy, A. J. (2015). Activity Profile Differences Between Sub-Elite Futsal Teams. *International Journal of Exercise Science*, 8(2), 112-123.

Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48, 1197-1222.

Drevets, W. C., & Raichle, M. E. (1998). Reciprocal suppression of regional cerebral blood flow during emotional versus higher cognitive processes: Implications for interactions between emotion and cognition. *Cognition and Emotion*, 12, 353–385.

Enns, J. T., & Richards, J. C. (1997). Visual attentional orienting in developing hockey players. *Journal of Experimental Child Psychology*, 64, 255–275.

Epsy, K. (1997). The Shape School: Assessing Executive Function in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology*, 13(4), 495-499.

Ericsson, K. A. (2003). The magic and science of sport expertise. In J. Starkes, & K. A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise* (pp. 3–15). Champaign, Estados Unidos: Human Kinetics.

- Ericsson, K. A., & Kintsch W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102(2), 211-245.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological review*, 100, 363-406.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon identification of a target letter in a non- search task. *Perception and Psychophysics*, 16(1), 143-149.
- Erickson, K. I., Gildengers, A. G., & Butters, M. A. (2013). Physical activity and brain plasticity in late adulthood. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 15(1), 99-108.
- Eslinger, P. J., & Damasio, A. R. (1985). Severe disturbance of higher cognition after bilateral frontal lobe ablation: patient EVR. *Neurology*, 35(12), 1731-1741.
- Estévez-González, C., García-Sánchez, C., & Junqué, C. (1997). La atención: una compleja función cerebral. *Revista de neurología*, 25(148), 1989-1997.
- Evans, D. J., Whipp, P., & Lay, B. S. (2012). 'Knowledge Representation and Pattern Recognition Skills of Elite Adult and Youth Soccer Players'. *International Journal of Performance Analysis In Sport*, 12(1), 208-221.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(3), 340-347.
- Fan, J., Wu, Y., Fossella, J. A., & Posner, M. I. (2001). Assessing the heritability of attentional networks. *BMC Neurosciense*, 2-14
- Farrow, D., & Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception* 32(9), 1127-1139.
- Faubert, J. (2013). Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. *Scientific Reports*, 3, 1154.
- Fédération Internationale de Football Association (2014). Reglas de juego Futsal.

Fédération Internationale de Football Association: Suiza.

- Fernández, T., Gonzalez-Castro, P., Areces, D., Cueli, M., & Pérez, C. (2014). Funciones ejecutivas en niños y adolescentes: implicaciones del tipo de medidas de evaluación empleadas para su validez en contextos clínicos y educativos. *Papeles del Psicólogo*, 35(3), 215-223.
- Finkenzeller, T., Würth, S., & Amesberger, G. (2014). Mental competencies and executive functioning in Austrian junior elite Alpine skiers and soccer players. En E. Müller, J. Kröll, S. Lindinger, J. Pfusterschmied & T. Stöggl (Eds.), *Science and Skiing VI* (pp. 151-158). Salzburg, Austria: Meyer & Meyer Sport.
- Fisk, J., & Sharp, C. A. (2004). Age-related impairment in executive functioning: Updating, inhibition, shifting, and access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26(7), 874-890.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The Relations Among Inhibition and Interference Control Functions: A Latent-Variable Analysis. *Journal of Experimental Psychology General*, 133(1), 101-135.
- Friedman, N. P., Miyake A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C., & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17(2), 172-179.
- Fuentes L., & García-Sevilla J. (2008). *Manual de Psicología de la Atención: una perspectiva neurocientífica*. Madrid, España: Síntesis.
- Furley, P. A., & Memmert, D. (2010). The role of working memory in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 3(2), 171-194.
- Furley, P., Memmert, D., & Heller, C. (2010). The dark side of visual awareness in sport: Inattention blindness in a real-world basketball task. *Attention, Perception y Psychophysics*, 72, 1327-1337.
- Fuster, J. M. (1997). *The Prefrontal Cortex: Anatomy, Physiology, and Neuropsychology of the Frontal Lobe*. Philadelphia, Estados Unidos: Lippincott-Raven.
- Fuster, J. M. (2001). The Prefrontal Cortex—An Update: Time Is of the Essence. *Neuron*, 30(2), 319-333.
- Gabbett, T., & Masters, R. (2011). Challenges and solutions when applying

implicit motor learning theory in a high performance sport environment: Examples from Rugby League. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 6(4) 567–576.

García, J. (1997). *Psicología de la atención*. Madrid, España: Síntesis.

García, M. A. (2012). *Las funciones ejecutivas cálidas y el rendimiento académico* (Tesis de doctorado). Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

García-González, L., Araújo, D., Carvalho, J., & Del Villar, F. (2011). Panorámica de las teorías y métodos de investigación en torno a la toma de decisiones en el tenis. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 645-666.

García, M., & Llopis, R. (2011). *Ideal democrático y bienestar personal. Encuesta sobre los hábitos deportivos en España 2010*. Madrid, España: Consejo Superior de Deportes.

Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive Function in Preschoolers: A Review Using an Integrative Framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60.

Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40(2), 177-190.

Geertsen, S. S., Thomas, R., Larsen, M. N., Dahn, I. M., Andersen, J. N., Krause-Jensen, M., ... Lundbye-Jensen, J. (2016). Motor Skills and Exercise Capacity Are Associated with Objective Measures of Cognitive Functions and Academic Performance in Preadolescent Children. *Plos ONE*, 11(8), 1-16

Giuliano, F., de Oliveira, M. J., Marche, A. L., Yuzo, F., Cunha, S. A., & Arruda, F. (2015). Characterization of the Sprint and Repeated-Sprint Sequences Performed by Professional Futsal Players, According to Playing Position, During Official Matches. *Journal of Applied Biomechanics*, 31(6), 423-429.

Gioia, G. A., Isquithal, P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). *Behavior Rating Inventory of Executive Function*. Odessa, Ucrania: Psychological Assessment Resources.

- Gold, J., Carpenter, C., Randolph, C., Goldberg, T., & Weinberger, D. (1997). Auditory working memory and Wisconsin Card Sorting Test performance in schizophrenia. *Archives of General Psychiatry*, 54(2), 159-165.
- Golden, C. (1994). *Manual del test de colores y palabras – Stroop*. Madrid, España: TEA Ediciones.
- González, I., & Casáis, L. (2011) Comparación de la atención visual y campo visual en deportistas en función del nivel de pericia. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 23(7), 126-140.
- Gonzalez, J. (2007). Herramientas aplicadas al desarrollo de la concentración en el alto rendimiento deportivo. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 7(1), 61-70.
- Grant, D. A., & Berg, E. A. A. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigel-type card-sorting problem. *Journal of Experimental Psychology*, 38(4), 404-411.
- Gréhaigne, J. F., & Godbout, P. (1995). Tactical knowledge in team sports from a constructivist and cogniti- vist perspective. *Quest* 47(4): 490–505.
- Harlow, J. M. (1868). Recovery from the Passage of an Iron Bar through the Head. *Publications of the Massachusetts Medical Society*, 2(3), 327–347.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., ... Kamijo, K. (2014). Effects of the FITKids Randomized Controlled Trial on Executive Control and Brain Function. *Pediatrics*, 134(4), e1063–e1071.
- Head, L. M., Baralt, M., & Darcy, A. E. (2015). Bilingualism as a potential strategy to improve executive function in preterm infants: A review. *Journal of Pediatric Health Care*, 29(2), 126-136.
- Hedden, T. & Yoon, C. (2006). Individual differences in executive processing predict susceptibility to interference in verbal working memory. *Neuropsychology*, 20(5), 511-528.

- Helson, W. F., & Starkes, J. L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology, 13*, 1–27.
- Hodges, N. J., Huys, R., & Starkes, J. L. (2007). Methodological review and evaluation of research in expert performance in sport. En G. Tenenbaum & R. C. Eklund, (Eds), *Handbook of Sport Psychology* (pp. 161-183). New Jersey, Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Hogarth, R. M. (2001). *Educating Intuition*. Chicago, Estados Unidos: The University of Chicago Press.
- Horrocks, D. E., McKenna, J., Whitehead, A. E., Taylor, P. J., Morley, A. M., & Lawrence, I. (2016). Preparation, structured deliberate practice and decision making in elite level football: The case study of Gary Neville (Manchester United FC and England). *International Journal of Sports Science & Coaching, 11*(5), 673-682.
- Huijgen, B. H., Leemhuis, S., Kok, N. M., Verburgh, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., ... Visscher, C. (2015). Cognitive Functions in Elite and Sub-Elite Youth Soccer Players Aged 13 to 17 Years. *Plos One, 10*(12), e0144580. doi: 10.1371/journal.pone.0144580
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & Van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia, 44*(11), 2017–2036.
- Ishihara, T., Sugawara, S., Matsuda, Y., & Mizuno, M. (2016). Improved executive functions in 6–12-year-old children following cognitively engaging tennis lessons. *Journal of Sports Sciences*. Doi: 10.1080/02640414.2016.1250939.
- Iglesias, D., Cárdenas, D., & Alarcón, F. (2007). La comunicación durante la intervención didáctica del entrenador. Consideraciones para el desarrollo del conocimiento táctico y la mejora de toma de decisiones en baloncesto. *Cultura, ciencia y deporte, 3*(7), 43-50.
- Jacobson, J., & Matthaeus, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise, 15*, 521-527.
- Jackson, R. C., Ashford, K. J., & Norsworthy, G. (2006). Attentional focus,

- dispositional reinvestment and skilled motor performance under pressure. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 28, 49–68.
- Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann, A., & Roebbers, C. M. (2014). Cognitive and physiological effects of an acute physical activity intervention in elementary school children. *Frontiers in Psychology*, 18(5), 1473.
- James, W. (1901). *The principles of psychology*. Londres, Inglaterra: Macmillan and Co.
- Janelle, C. M., & Hillman, C. H. (2003). Expert performance in sport: Current perspectives and critical issues. In J. L. Starkes & K. A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise* (pp. 19–48). Champaign, Estados Unidos: Human Kinetics.
- Johnson, J. G., & Raab, M. (2003). Take the first: Option-generation and resulting choices. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 91(2), 215-229.
- Junge, A., & Dvorak, J. (2010). Injury risk of playing football in Futsal World Cups. *British Journal Sports Medicine* 44, 1089 –1092.
- Jurado, M. B., & Roselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychol Review*, 17(3), 213-33.
- Knaepen, K., Goekint, M., Heyman, E. M., & Meeusen, R. (2010). Neuroplasticity—exercise-induced response of peripheral brain derived neurotrophic factor: a systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports Medicine*, 40, 765-801.
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Hambrick, D. Z., & Engle, R. W., (2007). Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. En A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake, & J. N. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 21–46). New York, Estados Unidos: Oxford University Press.
- Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12(6), 978-990.
- Kioumourtzoglou, E., Kourtessis, T., Michalopoulou, M., & Derri, V. (1998).

Differences in several perceptual abilities between experts and novices in basketball, volleyball, and water-polo. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 899–912.

- Klimkeit, E. I., Mattingley, J. B., Sheppard, D. M., Farrow, M., Bradshaw, J. L. (2004). Examining the development of attention and executive functions in children with a novel paradigm. *Child Neuropsychology*, 10(3), 201-211.
- Koch, K. W., & Fuster, J. M. (1989). Unit activity in monkey parietal cortex related to haptic perception and temporary memory. *Experimental Brain Research*, 76, 292–306.
- Kvalø, S. E., Bru, E., Brønnick, K., & Dyrstad, S. M. (2017). Does increased physical activity in school affect children's executive function and aerobic fitness? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*, 1-9. DOI: 10.1111/sms.12856.
- Lago, C., (2010). La toma de decisión desde la perspectiva de los sistemas complejos. La influencia de las variables contextuales de la competición en el comportamiento de los jugadores en los deportes de equipo. En V. López, & J. Sargatal, (Eds). *La táctica deportiva y la toma de decisiones* (pp. 1-20). Barcelona, España: Universitat de Girona, Servei de Publicacions.
- Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2004). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25(3), 283–302,
- Lapresa, D., Camerino, O., Cabedo, J., Anguera, M. T., Jonsson, G. K., & Arana, J. (2014). Degradación de T-patterns en estudios observacionales: Un estudio sobre la eficacia en el ataque de fútbol sala. *Cuadernos De Psicología Del Deporte*, 15(1), 71-82.
- Larkin, P., & O'Connor, D. (2017). Talent identification and recruitment in youth soccer: Recruiter's perceptions of the key attributes for player recruitment. *Plos ONE*, 12(4), 1-15.
- Li, S. C. (2003). Biocultural orchestration of developmental plasticity across levels: The interplay of biology and culture in shaping the mind and behavior across the life span. *Psychological Bulletin*, 129(2), 171-194.

- Lieberman, M. D. (2000). Introversión and working memory: Central executive differences. *Personality and Individual Differences, 28*, 479–486.
- Lipina, S. J., Martelli, M. I., Vuelta, B., & Colombo, J. A. (2005). Performance on the a-not-b task of Argentinean infants from unsatisfied and satisfied basic needs homes. *Revista Interamericana de Psicología, 39*(1), 49-60.
- Lippold, S. C. (1986). *Attention in professional and amateur boxers*. (Tesis Doctoral), University of Houston, Estados Unidos.
- Lex, H., Essig, K., Knoblauch, A., & Schack, T. (2015). Cognitive Representations and Cognitive Processing of Team-Specific Tactics in Soccer. *Plos ONE, 10*(2), 1-18. doi:10.1371/journal.pone.0118219.
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology, 17*(1-4), 281-297.
- Lezak, M. D. (1983). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology, 17*, 281-297.
- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A user's guide to the stop signal paradigm. En D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.). *Inhibitory processes in attention, memory and language*. San Diego, Estados Unidos: Academic.
- Ludwig, C., Borella, E., Tettamanti, M. & De Ribaupierre, A. (2010) Adult age differences in the Color Stroop Test: A comparison between an Item-by-item and a Blocked version. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 51*(2), 135-142.
- Lundgren, T., Högman, L., Näslund, M., & Parling, T. (2016). Preliminary Investigation of Executive Functions in Elite Ice Hockey Players. *Journal of clinical sport psychology, 10*(4), 324-325.
- Lum, J., Enns, J. T., & Pratt, J. (2002). Visual orienting in college athletes: Explorations of athlete type and gender. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 73*, 156–167.
- Luque-Casado, A., Perales, J. C., Cárdenas, D., & Sanabria, D. (2016). Heart rate variability and cognitive processing: the autonomic response to

task demands. *Biological psychology*, 113, 83-90.

Luria, A. R. (1966). *Human brain and psychological processes*. New York, Estados Unidos: Harper & Row.

Luria, A. R. (1970). The Functional Organization of the Brain. *Scientific American*, 222(3), 66-78.

Magill, R. A. (1998). Knowledge is more than we can talk about: Implicit learning in motor skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 104–110.

Makaje, N., Ruangthai, R., Arkarapanthu, A., & Yoopat, P. (2012). Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52, 366-374.

Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Wells, A. J., Gonzalez, A. M., Rogowski, J. P., Townsend, J. R. ... Slout, J. R. (2014). Visual tracking speed is related to basketball-specific measures of performance in NBA players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2406–2414.

Mann, D. Y., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-Cognitive Expertise in Sport: A Meta-Analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29(4), 457-478.

Marek, T., Noworol, C., & Karwowski, W. (1988). Mental fatigue at work and pain perception. *Work and Stress*, 2(2), 133-137.

Martin, K., Staiano, W., Menaspà, P., Hennessey, T., Marcora, S., Keegan, R., ... Rattray, B. (2016) Superior Inhibitory Control and Resistance to Mental Fatigue in Professional Road Cyclists. *PLoS ONE*, 11(7) e0159907. doi:10.1371/journal.pone.0159907.

Martín-Martínez, I., Chirrosa-Ríos, L. J., Reigal-Garrido, R. E., Hernández-Mendo, A., Juárez-Ruiz-de-Mier, R., & Guisado-Barrilao, R. (2015). Efectos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes. *Anales de Psicología*, 31(3), 962-971

McAuliffe, J. (2004). Differences in attentional set between athletes and nonathletes. *The Journal of General Psychology*, 131, 426–437.

Macnamara, B. N., Moreau, D, & Hambrick, D. Z. (2016). The Relationship

- Between Deliberate Practice and Performance in Sports: A Meta-Analysis. *Perspective Psychology Science*, 11(3), 333-350.
- McRobert, A., Ward, P., Eccles, D., Ericsson, K.A., & Williams, A.M. (2007). Contextual information and anticipation skill in cricket batting. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29, 187.
- Memmert, D. (2006). The effects of eye movements, age, expertise on inattentive blindness. *Conscious Cognitive*, 15(3), 620–627.
- Memmert, D. (2009). Pay attention! A review of visual attentional expertise in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2(2), 119-138.
- Memmert, D. (2014). Tactical creativity in team sports. *Research in Physical Education, Sport and Health*, 3(1), 13-18.
- Memmert, D., & Furley, P. (2007). "I spy with my little eye!": Breadth of attention, inattentive blindness, and tactical decision making in team sports. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 29, 365–381.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions: Four General Conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe tasks: a latent variable analysis. *Cognition Psychology*, 41, 49-100.
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belskya, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of National Academy of Sciences*, 108(7), 2693–2698.
- Moulden, D. J. A., Picton, T. W., Meiran, N., Stuss, D. T., Riera, J. J., & Valdes-Sosa, P. (1998). Event-related potentials when switching attention between task-sets. *Brain & Cognition*, 37(1), 186–190.
- Naser, N., & Ali, A. (2016). A descriptive-comparative study of performance characteristics in futsal players of different levels, *Journal of Sports Sciences*, 34(18), 1707-1715.

- Navarro, V. (2002). *El afán de jugar. Teoría y práctica de los juegos motores*. Barcelona, España: INDE.
- Nideffer, R. M. (1976). Test of attentional and interpersonal style. *Journal of Personality and Social Psychology*, 34, 394-404.
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126(2), 220-246.
- Noble, K. G., McCandliss, B. D., & Farah, M. J. (2007). Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*, 10(4), 464-480.
- Norman, D., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. En R. Davidson, G. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation* (pp. 1-8). Nueva York, Estados Unidos: Plenum Press.
- North, J. S., & Williams, A. M. (2008). Identifying the critical time period for information extraction when recognizing sequences of play. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79(2), 268-273.
- Nougier, V., Azemar, G., Stein, J. F., & Ripoll, H. (1992). Covert orienting to central visual cues and sport-practice relations in the development of visual attention. *Journal of Experimental Child Psychology*, 54, 315-333.
- Nougier, V., Rossi, B., Alain, C., & Taddei, F. (1996). Evidence of strategic effects in the modulation of orienting of attention. *Ergonomics*, 39, 1119-1133.
- Nougier, V., Stein, J.-F., & Azemar, G. (1990). Covert orienting of attention and motor preparation processes as a factor of success in fencing. *Journal of Human Movement Studies*, 19, 251-272.
- O'Donoghue, P. (2005). Normative profiles of sports performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(1), 104-119.
- Olmedilla, A., Ortega, E., De los Fayos, E. G., Abenza, L., Blas, A., & Laguna, M. (2015). Perfil psicológico de los jugadores profesionales de balonmano y diferencias entre puestos específicos. *Revista*

Latinoamericana de Psicología, 47(3), 177-184.

- Papazian, O., Alfonso, I., & Luzondo, R. J. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 42(2), 45-50.
- Parasuraman, R. (1984). Sustained attention in detection and discrimination. En R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of Attention* (pp. 243-271). Orlando, Estados Unidos: Academic Press.
- Parlebas, P. (2003). *Elementos de sociología del deporte*. Cádiz, España: Instituto Andaluz del Deporte.
- Parsons, B., Magill, T., Boucher, A., Zhang, M., Zogbo, K., Berube, S., ... Faubert, J. (2016). Enhancing Cognitive Function Using Perceptual-Cognitive Training. *Clinical EEG and neuroscience*, 47(1):37-47.
- Perales, J. C., Cárdenas, D., Piñar, M. I., Sánchez, G., & Courel, J. (2011). El efecto diferencial de la instrucción incidental e intencional en el aprendizaje de las condiciones para la decisión de tiro en baloncesto. *Revista De Psicología Del Deporte*, 20(2), 729-745.
- Piaget J. (1955). *The child's construction of reality*. Londres, Inglaterra: Routledge & Kegan Paul.
- Piñar, M. I. (2005). Incidencias del cambio de un conjunto de reglas de juego sobre algunas variables que determinan el proceso de aprendizaje de los jugadores de minibasket (tesis doctoral). Universidad de Granada, España.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Posner, M. I. (1994). Attention: the mechanism of consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(16), 7398-7402.
- Posner, M. I., & DiGirolamo, G. J. (1998). Executive Attention: Conflict, target detection and cognitive control. En R. Parasuraman (ed.), *The Attentive Brain* (pp. 401-423). Cambridge, Inglaterra: MIT Press.
- Posner, M. I., & Raichle, M. E. (1994). *Images of mind*. New York: Scientific American Library.
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2000). Developing mechanisms of self-regulation. *Development and Psychopathology*, 12(3), 427-441.

- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Sheese, B.E. (2007). Attention Genes. *Developmental Science* 10, 24-29.
- Purdy, M. H. (2011). *Executive functions: Theory, assessment, and treatment. Cognitive communication disorders*. San Diego, Estados Unidos: Plural Publisher Inc.
- Quevedo, L., Padrós, A., Solé, J., & Cardona, G. (2015). Entrenamiento perceptivocognitivo con el Neurotracker 3D-MOT para potenciar el rendimiento en tres modalidades deportivas. *Apunts. Educación física y deportes*, 119, 97-108
- Ramos-Campo, D. J., Martínez, F., García, P. E., Rubio, J. Á., Bores, A., Clemente-Suarez, V. J., ... Jiménez, J. F. (2014). Body Composition Features in Different Playing Position of Professional Team Indoor Players: Basketball, Handball and Futsal. *International Journal Of Morphology*, 32(4), 1316-1324.
- Ramos-Campo, D. J., Rubio-Arias, J. A., Carrasco-Poyatos, M., & Alcaraz, P. E. (2016). Physical performance of elite and subelite Spanish female futsal players. *Biology Of Sport*, 33(3), 297-304.
- Reina, A., & Hernández, A. (2012). Revisión de Indicadores de rendimiento en fútbol. *Revista Iberoamericana de ciencias de la actividad física y el deporte*, 1(1), 1-14
- Ripoll, H. (1991). The understanding-acting process in sport: the relationship between the semantic and the sensorimotor visual function. *International Journal of Sport Psychology*, 22(3-4), 221-243.
- Rocha, R. F., & Clemente, F. M. (2012). Expertise in sport and physical education: review through essential factors. *Journal of Physical Education & Sport*, 12(4), 557-559.
- Romeas, T., Guldner, A., & Faubert, J. (2015). 3D-Multiple Object Tracking task performance improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 1-9.
- Romine, C. B. & Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning: findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology*, 12(4), 190-201.

- Rosenzweig, M. R. (2003). Effects of differential experience on the brain and behavior. *Developmental Neuropsychology*, 24(2-3), 523-540.
- Rueda, M. R., Conejero, Á., & Guerra, S. (2016). Educar la atención desde la neurociencia. *Pensamiento Educativo*, 53(1), 1-16.
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L. & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(41), 14931-14936.
- Ruiz, L. M. & Arruza, J. (2005). *El proceso de toma de decisiones en el deporte. Clave de la eficiencia y el rendimiento óptimo*. Barcelona, España: Paidós.
- Savelsbergh, G. J. P., Williams, A. M., Van Der Kamp, J., & Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20, 279-287.
- Sampaio, J., Drinkwater, E. J., & Leite, N. M. (2010). Effects of season period, team quality, and playing time on basketball players' game-related statistics. *European Journal of Sport Science*, 10(2), 141-149.
- Sarmiento, H., Bradley, P., Anguera, M. T., Polido, T., Resende, R. & Campaniço, J. (2015): Quantifying the offensive sequences that result in goals in elite futsal matches, *Journal of sports sciences*, 34(7), 621-629.
- Schmidt, R., & Frota, S. N. (1986). Developing basic conversational ability in a second language: A case study of an adult learner of Portuguese. En R. R. Day (Ed.), *Talking to learn: Conversation in second language acquisition* (pp. 237-326). Rowley, Estados Unidos: Newbury House.
- Schmidt, M., Jäger, K., Egger, F., Roebbers, C. M., & Conzelmann, A. (2015). Cognitively Engaging Chronic Physical Activity, But Not Aerobic Exercise, Affects Executive Functions in Primary School Children: A Group-Randomized Controlled Trial. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 37(6), 575-591.
- Scott, W. A. (1962). "Cognitive complexity and cognitive flexibility". *American Sociological Association*, 25(4), 405-414.
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2012). Is working memory

training effective? *Psychological bulletin*, 138(4), 628.

Smeeton, N. J., Ward, P., & Williams, A. M. (2004). Do pattern recognition skills transfer across sports? A preliminary analysis. *Journal Sports Sciences*, 22(2), 205-213.

Smith, E. E., & Jonides, J., (1997). Working memory: a view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33(1), 5-42.

Soprano, A. M. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, 37, 44-50.

Sparrow, W. A., & Sherman, C. (2001). Visual expertise in the perception of action. *Exercise Sport Science*, 29(3), 124-128.

Spencer-Smith, M., & Klingberg, T. (2015). Benefits of a Working Memory Training Program for Inattention in Daily Life: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Plos ONE*, 10(3), 1-18.

Starkes, J. L. (1987). Skill in field hockey: The nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.

Starkes, J. L. (2003). The magic and science of sport expertise. En J. Starkes & K. A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise* (pp. 3-15). Champaign, Estados Unidos: Human Kinetics.

Starkes, J. L., Allard, F., Lindley, S., & O'Reilly, K. (1994). Abilities and skill in basketball. *International Journal of Sport Psychology*, 25, 249-265.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643-662.

Stuss, D. T. (1992). Biological and Psychological Development of Executive Functions. *Brain and Cognition*, 20, 8-23.

Stuss, D. T. & Benson, D. F. (1986). *The frontal lobes*. Nueva York, Estados Unidos: Raven Press.

Swanson, J. (2005). The Delis-Kaplan Executive Function System. A Review. *Canadian Journal of School Psychology*, 20(1-2), 117-128

Tenenbaum, G. (2003). Expert athletes: an integrated approach to decision making. En J. L. Starkes & K. A. Ericsson (eds.), *Expert performance in sports, advances in research on sport expertise* (pp. 191-218). Champaign,

Estados Unidos: Human Kinetics.

- Teuber, H. L. (1975). Unity and diversity of frontal lobe function. *Acta neurobiologiae experimentalis*, 32(2), 615-56.
- Tirapu-Ustarroz, J., & Luna-Lario, P. (2008). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. En J. Tirapu-Ustárroz; M. Ríos-Lago; F. Maestú (Eds.). *Manual de neuropsicología* (pp. 219-249). Barcelona, España: Viguera Editores.
- Tirapu-Ustárroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T., & Pelegrín-Valero, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo (I). *Revista de Neurología*, 46(12), 742-750.
- Tirapu, J., García, A., Luna, P., Verdejo, A., & Rios, M., (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. En J. Tirapu-Ustárroz, A. García Molina, M. Ríos-Lago, A. Ardila (Eds.). *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (pp. 87-120). Barcelona, España: Viguera Editores.
- Tirapu-Ustarroz, J. & Muñoz-Cespedes (2005). Memoria de las funciones ejecutivas. *Revista Neurología*, 41(8): 475-484.
- Tirapu-Ustarroz, J., Perez-Sayes, G., Erekatxo-Bilbao, M., & Pelegrin-Valero, C. (2007). What is theory of mind? *Revista De Neurologia*, 44(8), 479-489.
- Titz, C., & Karbach, J. (2014). Working memory and executive functions: effects of training on academic achievement. *Psychological Research*, 78(6), 852-868.
- Trulson, M. E. (1986). Martial arts training: a novel "cure" for juvenile delinquency. *Humans Relations*, 39(12), 1131-1140.
- Unnithan V, White J, Georgiou A, Iga J, & Drust B. (2012). Talent identification in youth soccer. *Journal Sports Science*, 30(15), 1719-1726.
- Unsworth, N., Miller, J. D., Lakey. C. E., Young, D. L., Meeks, J. T., Campbell, W. K. ... Goodie, A. S. (2009). Exploring the relations among executive functions, fluid intelligence and personality. *Journal of Individual Differences*, 30(4), 194-200.

- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., & Philippaerts, R. M. (2007). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: An analysis of visual search Behaviors. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 395-408.
- Vicente, K. J., & Wang, J. H. (1998). An ecological theory of expertise effects in memory recall. *Psychological review*, 105(1), 33.
- Vickers, J. N. (2007). *Perception, cognition and decision training: the quiet eye in Action*. Champaign, Estados Unidos: Human Kinetics.
- Vila-Maldonado, S., García, L. M., & Contreras, O. R. (2012). The research of the visual behaviour, from the cognitive-perceptual focus and the decision making in sports. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2):137-156.
- Vila-Maldonado, S., Sáez-Gallego, N. M., Abellán, J., & García-López, L. M. (2014). Análisis de la toma de decisiones en la acción de bloqueo en voleibol: Comparación entre jugadoras de élite y amateur. *Revista De Psicología Del Deporte*, 23(2), 239-246.
- Vera, J., Jiménez, R., García, J. A., & Cárdenas, D. (2017). Intraocular pressure is sensitive to cumulative and instantaneous mental workload. *Applied Ergonomics*, 60, 313-319.
- Verburgh, L., Scherder, E. A., Van Lange, P. A., & Oosterlaan, J. (2014). Executive Functioning in Highly Talented Soccer Players. *Plos ONE*, 9(3), 1-7. doi:10.1371/journal.pone.0091254.
- Verdejo-García, A., & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227-235.
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive Functions Predict the Success of Top-Soccer Players. *Plos One*, 7(4). doi: 10.1371/journal.pone.0034731.
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *Plos One*, 12(2): e0170845. doi:10.1371/journal.pone.0170845
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., & Roberts, B. (2009). Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta-

- analytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 812-826.
- Wallis, J. D., & Kennerley, S. W. (2011). Contrasting reward signals in the orbitofrontal cortex and anterior cingulate cortex. *Annals Of The New York Academy Of Sciences*, 1239(1), 33-42.
- Wang, C. H., Chang, C. C., Liang, Y. M., Shih, C. M., Chiu, W. S., Tseng, P., ... Juan, C. H. (2013). Open vs. Closed Skill Sports and the Modulation of Inhibitory Control. *PLoS ONE*, 8(2).
- Ward, P., & Williams, A. M. (2003). Perceptual and cognitive skill development in soccer: the multidimensional nature of expert performance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(1), 93-111.
- Wechsler, D. (1999). *WAIS-III. Escala de inteligencia de Wechsler para adultos-III*. Madrid, España: TEA
- Wechsler, D. (2012). *WAIS-IV. Escala de inteligencia de Wechsler para adultos-IV. Manual técnico y de interpretación*. Madrid, España: NCS Pearson, Inc.
- Whiteside, S. P., & Lynam, D. R. (2001). The Five Factor Model and impulsivity: Using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 30(4), 669-689.
- Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. En R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.). *Varieties of attention* (pp. 63-101). Nueva York, Estados Unidos: Academic Press.
- Willcutt, E. G., Pennington, B. F., Boada, R., Tunick, R. A., Ogline, J., Chhabildas, N. A., ... Olson, R. K. (2001). A comparison of the cognitive deficits in reading disability and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 110(1), 157-172.
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *Journal Sports Sciences*, 18(9), 737-750.
- Williams, A. M. (2013). *Science and Soccer: Developing Elite Performance*. Abingdon, Inglaterra: Routledge.

- Williams, A. M., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal Sports Sciences, 18*(9), 657-667.
- Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. (1999). *Visual perception and action in sport*. Nueva York, Estados Unidos: Routledge.
- Williams, A. M., & Ford, P. R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology, 1*, 4-18.
- Williams, A. M., Hodges, N. J., North, J. S., & Barton, G. (2006). Perceiving patterns of play in dynamic sport tasks: Investigating the essential information underlying skilled performance. *Perception, 35*(3), 317-332.
- Zach, S., & Eyal, S. (2016). The Influence of Acute Physical Activity on Working Memory. *Perceptual and Motor Skills, 122*(2), 365-374.
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology 1*(3), 198-226.
- Zhou, Q., Zhang, X., Chen, J., Wang, L., & Chen, D. (2012). Nostril-Specific Olfactory Modulation of Visual Perception in Binocular Rivalry. *Journal of Neuroscience, 32*(48), 17225-17229.

CAPÍTULO IX. ANEXOS

ANEXO 1. Consentimiento informado.**DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

D., de años de edad y con DNI nº, manifiesta que ha sido informado/a debidamente en qué consiste, el protocolo a seguir e incluso, los posibles beneficios que podría aportar la Investigación titulada **“Las funciones ejecutivas como predictoras de rendimiento deportivo en fútbol sala.”**, con el fin de mejorar el conocimiento acerca del rendimiento cognitivo del jugador de fútbol sala.

He sido también informado/a de que mis datos personales serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a y con las garantías de la ley 15/1999 de 13 de diciembre.

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO a pasar estos test y que sean utilizados para cubrir los objetivos especificados en este estudio.

Murcia, a ___ de ____ de _____.

Fdo. D. (Si es menor de edad Padre/Madre/Tutor)

ANEXO 2. Infografía carta informativa a clubes.

FUNCIONES EJECUTIVAS COMO PREDICTORAS DE RENDIMIENTO



OBJETIVOS INVESTIGACIÓN

- 1.** Proporcionar un indicador de rendimiento que permita predecir el rendimiento futuro
- 2.** Desmontar el mito de jugadores con inteligencia "pobre"
- 3.** Ayuda en el proceso de selección temprana de talentos

MEMORIA DE TRABAJO

FLEXIBILIDAD COGNITIVA

INHIBICIÓN

CONTROL ATENCIÓN

¿QUE EVALUAMOS?

ACTUALIDAD

MAYOR IMPORTANCIA DE LA TOMA DE DECISIONES

Se valora la capacidad que tiene el jugador de seleccionar la respuesta adecuada dentro del contexto cambiante.

Muchas de estas habilidades a las que conocemos comúnmente en fútbol como "inteligencia del juego" en Neurociencia son la que se denominan funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas son las encargadas de llevar a cabo estas predicciones, resolviendo un problema novedoso



@carrasquito4

¿POR QUÉ ESTAS CAPACIDADES?

Inhibición capacidad del futbolista de rechazar deliberadamente respuestas dominantes, automáticas o prepotentes cuando sea necesario.

Flexibilidad cognitiva le va a permitir pensar de forma creativa y responder rápidamente a los cambios imprevistos en el entorno.

El control de la atención le va a permitir centrarse en un estímulo específico al tiempo que minimiza la interferencia de estímulos irrelevantes.

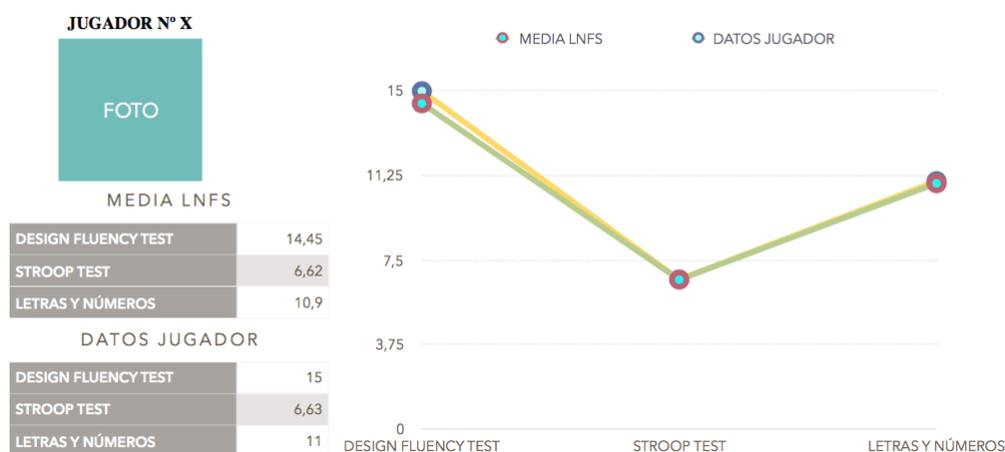
Memoria de trabajo sirve para actualizar, supervisar la información y codificar la información relevante para la tarea.

La Corteza prefrontal va a ser fundamental en el fútbol, puesto que va a ser la encargada de hacer predicciones para reducir la incertidumbre dentro de entornos cambiantes



Anexo 3. Informe individual de resultados.

FUNCIONES EJECUTIVAS ÉLITE FUTSAL



Esta batería de pruebas psicológicas evalúa las capacidades cognitivas de alto nivel mediante tres tareas diferentes que se dividen en las siguientes áreas:

El Diseño de Fluidez se evalúa a través del *Design Fluency Test*. Ésta, es una prueba estandarizada que evalúa la creatividad, la inhibición de la respuesta y la flexibilidad cognitiva entre otros procesos, su acción es la de simular el mecanismo ejecutivo de la toma de decisiones de un modo similar como en una situación real del juego. El jugador x ha obtenido una puntuación de 15 por encima de la media de la LNFS que se sitúa en 14,45.

El índice de Atención Dividida (IAD) mide la capacidad de concentración y la capacidad de focalizar la atención en un único estímulo y ser capaz de separar aquellos otros que causan interferencia. Ha sido medido a través de la tarea Stroop. Jugador x ha obtenido una puntuación de 6,63 en la media de la LNFS y mostrando buena resistencia a la interferencia, estos individuos suelen exhibir una mayor flexibilidad cognitiva, tienden a ser más creativos y se adaptan mejor al estrés cognitivo.

El índice de Memoria a corto plazo (IMCP) mide la capacidad para retener temporalmente en la memoria una cantidad determinada de información, mientras se trabaja u opera con ella. Evalúa la capacidad para focalizar la atención, mantenerla, y el control mental. Se ha medido mediante una tarea que requiere escuchar una serie de números y letras, y repetir los números del más pequeño al mayor y las letras en orden alfabético (Letras y números). La puntuación obtenida por jugador x ha sido de 9, que equivale a un centil de 63, lo que la sitúa en una categoría alta, comparada con personas de su misma edad y en la media de la LNFS.