



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Ciencias del Deporte

Incidencia del tipo de actividad física en las funciones
ejecutivas en jóvenes deportistas.

Autor:

Jose Ángel Medina Cascales

Directores:

Dr. D. Francisco Alarcón López

Dr. D. Alberto Castillo Díaz

Murcia, 16 noviembre de 2017



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Ciencias del Deporte

Incidencia del tipo de actividad física en las funciones
ejecutivas en jóvenes deportistas.

Autor:

Jose Ángel Medina Cascales

Directores:

Dr. D. Francisco Alarcón López

Dr. D. Alberto Castillo Díaz

Murcia, 16 noviembre 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 y el Dr. D. Alberto Castillo Díaz como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Incidencia del tipo de actividad física en las funciones ejecutivas en jóvenes deportistas” realizada por D. Jose Ángel Medina Cascales 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 16 de noviembre de 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primer lugar a mis Directores de Tesis, Dr. D. Francisco Alarcón López y Dr. D. Alberto Castillo Díaz, a ellos les debo algo más que su guía, dedicación o comprensión en este camino. Les debo el haberme enseñado a buscar más allá de lo que se muestra a la simple vista, a no desfallecer ante las adversidades y a reponerme cuando las fuerzas flaquean. Gracias por ser maestros, referentes y amigos.

También, agradecer a mi esposa M^a Jose, ya que sin ella, este camino hubiese sido imposible de recorrer, gracias por tu ánimo, apoyo y comprensión ante el tiempo robado a ti y al pequeño Jose Ángel.

Igualmente, agradecer a mi familia, a mis padres (Adolfo y Josefa), que desde siempre apostaron por mí y les debo ser quien soy. A mi hermana (Josefa) por estar siempre ahí de manera incondicional, y también a aquellos que siempre están, y a los que se fueron, pues no es sino por todos ellos, el motivo de que me encuentre hoy aquí.

Finalmente agradecer, a la comunidad educativa del CEIP Diego Martínez Rico de Ceutí (Murcia), y al equipo deportivo del UCAM C.F. B Sangonera, por permitirme trabajar con ellos. Gracias también a aquellas personas que desinteresadamente (Javier Toscano, Guillermo López y Javier Laínez) colaboraron con este proyecto desde el minuto cero.

.

“Cree a aquellos que buscan la verdad. Duda de los que la encuentran.” André Gide (1869 -1951)

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE

GLOSARIO.....	17
ÍNDICE DE FIGURAS.....	19
ÍNDICE DE TABLAS.....	22
RESUMEN.....	27
ABSTRACT.....	31
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	37
I.1. MARCO CONCEPTUAL.....	37
1. DEPORTES DE EQUIPO Y COGNICIÓN: UNA RELACIÓN DE IDA Y VUELTA.....	37
1.1. Las necesidades cognitivas de los deportes de interacción.....	38
1.1.1. Carga mental y deporte.....	40
1.1.1.1. Incertidumbre, carga mental y deporte.....	42
1.1.1.2. Características y dimensiones de la carga mental.....	44
1.2. La importancia de las capacidades cognitivas en el rendimiento deportivo..	47
1.2.1. Funciones ejecutivas y rendimiento deportivo.....	52
2. LAS FUNCIONES EJECUTIVAS.....	55
2.1. Neuroanatomía de las funciones ejecutivas: córtex prefrontal.....	67
2.2. Teorías y modelos del funcionamiento ejecutivo.....	71
2.2.1. Modelo de constructo unitario.....	71
2.2.1.1. Teoría de la información contextual.....	72
2.2.1.2. Modelos de memoria de trabajo.....	72
2.2.1.3. El factor g y el factor l.....	73
2.2.2. Modelos de secuenciación temporal.....	74
2.2.2.1. Teoría representacional: acontecimiento complejo estructurado....	74
2.2.2.2. Corteza prefrontal y organización temporal de la conducta.....	74
2.2.3. Modelos de supervisión atencional orientada a objetivos.....	75
2.2.3.1. Modelo de control de la acción: el sistema atencional supervisor....	75
2.2.3.2. Teoría integradora de la corteza prefrontal.....	75
2.2.3.3. Modelo de control atencional.....	76
2.2.3.4. Teoría del filtro dinámico.....	76
2.2.4. Modelos jerárquicos-funcionales de la corteza prefrontal.....	76

2.2.4.1. Hipótesis sobre el eje rostrocaudal de la corteza prefrontal.....	76
2.2.4.2. Hipótesis de la puerta de entrada.....	77
2.2.4.3. Modelo funcional en cascada de la corteza prefrontal.....	77
2.2.4.4. Modelos integradores cognición-emoción: “modelos cálidos”.....	78
2.2.4.5. Hipótesis del marcador somático.....	78
2.2.4.6. Teoría de la complejidad cognitiva y control.....	79
2.2.4.7. Modelos basados en análisis factoriales.....	79
2.3. Instrumentos de evaluación de las funciones ejecutivas.....	81
2.4. Evolución y desarrollo de las funciones ejecutivas.....	92
2.5. Diferencias individuales en las funciones ejecutivas.....	97
2.5.1. Factores genéticos.....	97
2.5.2. Factores ambientales.....	98
2.5.2.1. Relación entre rendimiento cognitivo y actividad física.....	99
2.5.2.2. Entrenamiento de las funciones ejecutivas.....	101
2.5.2.3. Episodios agudos Vs crónicos de ejercicio físico.....	104
2.5.2.4. Aspectos cualitativos Vs cuantitativos del ejercicio físico.....	104
2.5.2.5. Laboratorio Vs Ecológicos.....	105
CAPÍTULO II JUSTIFICACIÓN.....	109
CAPÍTULO III ESTUDIOS.....	117
3.1. ESTUDIO 1.....	117
3.1.1. Objetivos.....	117
3.1.2. Método.....	117
3.1.2.1. Procedimiento.....	117
3.1.2.1.1. Estrategias de búsqueda.....	118
3.1.2.1.2. Exploración de la calidad de las investigaciones.....	118
3.1.2.1.3. Categorización de las variables moderadoras.....	119
3.1.2.1.4. Criterios de inclusión.....	120
3.1.2.1.5. Selección de estudios.....	121
3.1.2.1.6. Evaluación de la calidad de los estudios.....	122
3.1.2.1.7 Análisis de las consecuencias de las variables moderadoras..	124
3.1.3. Resultados.....	126
3.1.3.1. Estudios con intervención cuantitativa y efecto agudo.....	126
3.1.3.2. Estudios con intervención cuantitativa y efecto crónico.....	128
3.1.3.3. Estudios con intervención cualitativa y efecto agudo.....	130
3.1.3.4. Estudios con intervención cualitativa y efecto crónico.....	131

3.2. ESTUDIO 2.....	148
3.2.1. Objetivos.....	148
3.2.2. Hipótesis.....	150
3.2.3. Variables.....	151
3.2.4. Método.....	153
3.2.4.1. Población y muestra.....	153
3.2.4.2. Materiales.....	154
3.2.4.2.1. Herramientas de evaluación cognitiva, ejecutiva y de personalidad.....	154
3.2.4.2.1.1. Batería de Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños.....	154
3.2.4.2.1.2. Maniquín de autoevaluación	157
3.2.4.2.1.3. Escala de afecto positivo y negativo para niños	159
3.2.4.2.1.4. Escala de las orientaciones de meta en el ejercicio.....	161
3.2.4.2.2. Herramientas de evaluación fisiológica.....	162
3.2.4.3. Diseño y procedimiento.....	163
3.2.5. Análisis estadístico.....	168
3.2.5.1. Resultados de las variables control.....	168
3.2.5.1.1. Análisis de la carga interna de las tareas físicas.....	168
3.2.5.3. Análisis de las variables cognitivas/ejecutivas.....	172
3.2.5.3.1. Senderos gris.....	176
3.2.5.3.2. Senderos color.....	179
3.2.5.3.3. Interferencia.....	182
3.2.5.3.4. Anillas.....	185
3.2.5.3.5. Covariaciones.....	188
3.2.5.4. Análisis de las variables emocionales.....	196
3.2.5.4.1. Análisis nivel de valencia emocional.....	200
3.2.5.4.2. Análisis del nivel de activación/arousal.....	203
3.2.5.4.3. Covariables SAM.....	207
3.2.5.4.3.1. Valencia.....	207
3.2.5.4.3.2. Activación/arousal.....	209
3.3. ESTUDIO 3.....	212
3.3.1. Objetivos.....	212
3.3.2. Hipótesis.....	213
3.3.3. Variables.....	213
3.3.4. Método.....	215
3.3.4.1. Población y muestra.....	215

3.3.4.2. Materiales.....	216
3.3.4.2.1. Herramientas de evaluación cognitiva, ejecutiva y de personalidad.....	216
3.3.4.2.1.1. Design Fluency Test.....	216
3.3.4.2.1.2. Test Stroop.....	227
3.3.4.2.1.3. Secuenciación de letras y números.....	219
3.3.4.2.1.4. NASA Task Load indeX.....	219
3.3.4.2.2. Herramientas de evaluación antropométrica.....	222
3.3.4.3. Diseño y procedimiento.....	223
3.3.5. Análisis estadístico.....	227
3.3.5.1. Resultados de las variables control.....	228
3.3.5.1.1. Análisis de confirmación de manipulación de la carga mental.....	228
3.3.5.1.2. Correlación entre las variables dependientes.....	230
3.3.5.2. Análisis de las variables cognitivas/ejecutivas.....	231
3.3.5.3. Análisis de las variables emocionales.....	237
3.3.5.3.1. Análisis nivel de valencia emocional.....	240
3.3.5.3.2. Análisis del nivel de activación/arousal.....	245
CAPÍTULO IV. RESUMEN DE LOS RESULTADOS	253
4.1. Estudio 2.....	253
4.1.1. Variables de carga física.....	253
4.1.2. Variables cognitivas/ejecutivas.....	253
4.1.3. Variables emocionales.....	254
4.2. Estudio 3.....	254
4.2.1. Resultados de las variables control.....	254
4.2.1.1. Variables carga mental	254
4.2.1.2. Correlación entre las variables dependientes.....	255
4.2.2. Variables cognitivas/ejecutivas.....	255
4.2.3. Variables emocionales.....	255
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	259
5.1. Efecto crónico del ejercicio físico sobre las FE	259
5.2. Actividad física vs actividad cognitiva sedentaria /control	262
5.3. Actividad física con o sin implicación cognitiva	265
5.4. Actividad física con implicación cognitiva vs actividad cognitiva sedentaria	268
5.5. Actividad física vs actividad sedentaria cognitiva sobre el estado emocional	272
5.6. Carga mental y estado emocional	275
5.7. Actividad física, estado emocional y funciones ejecutivas	277

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	281
6.1. Estudio 1.....	281
6.2. Estudio 2.....	282
6.3. Estudio 3.....	285
CAPÍTULO VII. ANÁLISIS DAFO	291
7.1. EVALUACIÓN INTERNA.....	293
7.1.1. Fortalezas.....	293
7.1.2. Debilidades (limitaciones de los estudios).....	296
7.2. EVALUACIÓN EXTERNA.....	297
7.2.1. Oportunidades (futuras líneas investigación).....	297
7.2.2. Amenazas.....	298
CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA	301
CAPÍTULO IX. ANEXOS	369
ANEXO I. Producción científica derivada de la presente tesis doctoral.....	369
ANEXO II. Hoja de consentimiento informado estudio 2.....	372
ANEXO III. Información consentimiento informado estudio 2.....	373
ANEXO IV. Consentimiento informado estudio 3.....	375
ANEXO V. Información consentimiento informado estudio 3.....	377
ANEXO VI. Pruebas estadísticas.....	379

SIGLAS Y ABREVIATURAS

TD: toma de decisiones.

FE: funciones ejecutivas.

MT: memoria de trabajo.

FC: flexibilidad cognitiva.

ENFEN: Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños.

AF: actividad física.

CM: carga mental.

CPF: córtex prefrontal.

BDNF: factor neurotrófico derivado del cerebro sérico.

OG: objetivo general.

OE: objetivo específico.

GE: grupo experimental.

GC: grupo control.

H: hipótesis.

VI: variable independiente.

VD: variable dependiente.

VE: variables extrañas.

FICO: físico-cognitivo.

SG: senderos gris.

SC: senderos color.

Int: interferencia.

Ani: anillas.

NASA-TLX: Nasa Task Load index.

SAM: Self-assessment manikin.

PANASC: Positive and negative affect Schedule for Children.

AP: afecto positivo.

AN: afecto negativo.

GOES: Goal orientation in exercise scale.

IMC: índice de masa corporal.

FCM: frecuencia cardiaca máxima.

DE: desviación estándar.

ANOVA: análisis de la varianza.

EEM: Error estándar de la diferencia de medias.

IC: intervalo de confianza.

EA: esfericidad asumida.

SC: suma de cuadrados.

CP: cuadrado promedio.

EPC: Eta parcial al cuadrado.

DM: diferencias de medias.

EE: error estándar.

DF: Design Fluency Test.

S: Test de Stroop.

LyN: prueba de Letras y Números.

SINCM: sin carga mental.

CCM: con carga mental.

DAFO: análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades

ÍNDICE DE DE FIGURAS

Figura 1. Influencia de las reglas e interacción de jugadores sobre su comportamiento motor. Tomado de (Piñar, 2005).....	40
Figura 2. Parámetros condicionantes del nivel de incertidumbre en actividades de entrenamiento (Cárdenas, Conde-González, y Perales, 2015).....	43
Figura 3. Recursos a través de las 3 dimensiones. Tomada de (Conde-González, 2011).....	45
Figura 4. Organización funcional del cerebro de Luria.....	56
Figura 5. Acciones mentales de las FE.....	65
Figura 6. Los componentes que en conjunto comprenden las FE y la relación de éstas con otros conceptos relacionados.....	66
Figura 7. CPF humano, áreas y número según el mapa de citoarquitectura de Brodmann. Tomada de (Fuster, 2001).....	68
Figura 8. Memoria de trabajo. Tomada de (Tirapu et al., 2012).....	73
Figura 9. Diagrama de flujo.....	121
Figura 10. Gráfica porcentual de la calidad de los estudios.....	122
Figura 11. Pruebas Senderos gris y Senderos color del ENFEN.....	155
Figura 12. Prueba Anillas del ENFEN.....	156
Figura 13. Prueba Interferencia del ENFEN.....	157
Figura 14. Dimensión valencia del SAM.....	158
Figura 15. Dimensión activación del SAM.....	158
Figura 16. Dimensión dominancia SAM.....	159
Figura 17. Báscula digital y estadiómetro portátil.....	163
Figura 18. Condición física aeróbica.....	165
Figura 19. Condición físico-cognitiva.....	166
Figura 20. Esquema resumen metodología.....	167
Figura 21. Evolución frecuencia cardiaca media en condiciones experimentales.....	170

Figura 22. Medias por condición experimental de las mediciones de la frecuencia cardiaca.....	170
Figura 23. Frecuencia cardiaca media por condición.....	171
Figura 24. Medias y DE de las pruebas ejecutivas en las diferentes condiciones.....	174
Figura 25. Diagrama de cajas de la variable SG.....	175
Figura 26. Diagrama de cajas de la variable SC.....	175
Figura 27. Diagrama de cajas de la variable Int.....	175
Figura 28. Diagrama de cajas de la variable Ani.....	176
Figura 29. Medias y DE en SG.....	177
Figura 30. Evaluación por puntuación directa. Tomada de (Portellano, Martínez, y Zumárraga, 2009).....	179
Figura 31. Medias y DE en SC.....	180
Figura 32. Medias y DE en Interferencia.....	183
Figura 33. Medias y DE de Anillas.....	185
Figura 34. Medias y DE de valencia y activación.....	197
Figura 35. Diagrama de cajas general homogeneidad SAM.....	199
Figura 36. Pruebas Desing Fluency Test.....	217
Figura 37. Pruebas Test de Stroop.....	218
Figura 38. Prueba de Letras y Números.....	219
Figura 39. Escalas de puntuación NASA-TLX.....	222
Figura 40. Báscula digital y estadiómetro portátil.....	223
Figura 41. Representación de la tarea.....	226
Figura 42. Secuencia tareas.....	227
Figura 43. Medias y DE pruebas ejecutivas.....	232
Figura 44. Diferencias resultados FE globalizadas.....	234
Figura 45. Diferencias resultados Inhibición.....	234
Figura 46. Diferencias resultados Memoria de Trabajo.....	236
Figura 47. Medias y DE de valencia y activación.....	238

Figura 48. Diagrama de cajas general homogeneidad SAM.....	239
Figura 49. Medias y DE diferentes rondas valencia.....	241
Figura 50: Medias y DE diferentes rondas activación.....	245
Figura 51. Análisis DAFO.....	292

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificaciones sobre componentes de las FE propuestos por los autores de la teoría cognitiva. Tomada de Cadavid (2008).....	59
Tabla 2. Clasificaciones sobre componentes de las FE propuestos por los autores de la neuropsicología contemporánea. Tomada de Cadavid (2008).....	60
Tabla 3. Clasificaciones sobre los componentes de las FE propuestos por los exponentes de la vertiente genético-cultural de la neuropsicología. Tomada de Cadavid (2008).....	62
Tabla 4. Tareas de evaluación de FE en escolares.....	85
Tabla 5. Desarrollo de las FE. Tomada de (García, 2012).....	96
Tabla 6. Descriptores de búsqueda utilizados.....	118
Tabla 7. Evaluación de la calidad de las investigaciones seleccionadas.....	123
Tabla 8. Recapitulación de las variables moderadoras.....	124
Tabla 9. Estudios con manipulación cuantitativa del ejercicio y efecto agudo.....	133
Tabla 10. Estudios con manipulación cuantitativa del ejercicio y efecto crónico.....	140
Tabla 11. Estudios con manipulación cualitativa del ejercicio y efecto agudo.....	143
Tabla 12. Estudios con manipulación cualitativa del ejercicio y efecto crónico.....	146
Tabla 13. Características antropométricas participantes estudio 2.....	153
Tabla 14. Distribución condiciones en sesiones.....	164
Tabla 15. Resumen de las pruebas estadísticas del estudio 2.....	168
Tabla 16. Descriptivos pulsaciones.....	169
Tabla 17. T-student muestras relacionadas frecuencia cardiaca media...	172

Tabla 18. Estadísticos descriptivos batería ENFEN.....	173
Tabla 19. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	173
Tabla 20. Estadísticos descriptivos SG.....	177
Tabla 21. Prueba de esfericidad de Mauchly ^a SG.....	177
Tabla 22. Pruebas de efectos dentro de sujetos SG.....	178
Tabla 23. Comparaciones por parejas SG.....	178
Tabla 24. Estadísticos descriptivos SC.....	180
Tabla 25. Prueba de esfericidad de Mauchly ^a SC.....	180
Tabla 26. Pruebas de efectos dentro de sujetos SC.....	181
Tabla 27. Comparaciones por parejas SG.....	181
Tabla 28. Estadísticos descriptivos Int.....	182
Tabla 29. Prueba de esfericidad de Mauchly ^a Int.....	183
Tabla 30. Pruebas de efectos dentro de sujetos Int.....	183
Tabla 31. Comparaciones por parejas Int.....	184
Tabla 32. Estadísticos descriptivos Ani.....	185
Tabla 33. Prueba de esfericidad de Mauchly ^a Ani.....	186
Tabla 34. Pruebas de efectos dentro de sujetos Int.....	186
Tabla 35. Comparaciones por parejas Ani.....	187
Tabla 36. Pruebas de efectos dentro de sujetos SG covariadas.....	189
Tabla 37. Pruebas de efectos dentro de sujetos SC covariadas.....	191
Tabla 38. Pruebas de efectos dentro de sujetos Int covariadas.....	193
Tabla 39. Pruebas de efectos dentro de sujetos Ani covariadas.....	195
Tabla 40. Estadísticos descriptivos SAM.....	197
Tabla 41. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	198
Tabla 42. Estadísticos descriptivos valencia.....	200

Tabla 43. Prueba de esfericidad de Mauchly ^a Valencia.....	200
Tabla 44. Pruebas de efectos dentro de sujetos Valencia.....	201
Tabla 45. Comparaciones por parejas Valencia (Condición-Momento)..	202
Tabla 46. Comparaciones por parejas SG (Momento-Condición).....	202
Tabla 47. Estadísticos descriptivos Activación.....	204
Tabla 48. Prueba de esfericidad de Mauchly ^a SG.....	204
Tabla 49. Pruebas de efectos dentro de sujetos SG.....	205
Tabla 50. Comparaciones por parejas Activación (Condición-Momento).....	206
Tabla 51. Comparaciones por parejas SG (Momento-Condición).....	206
Tabla 52: Características antropométricas de los deportistas.....	215
Tabla 53. Comparaciones entre subescalas NASA-TLX.....	222
Tabla 54. Distribución condiciones en sesiones estudio 3.....	224
Tabla 55. Resumen de las pruebas estadísticas del estudio 3.....	227
Tabla 56. Estadísticos descriptivos NASA-TLX.....	228
Tabla 57. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	229
Tabla 58. T-student muestras relacionadas dimensiones y ponderada NASA-TLX.....	229
Tabla 59. Correlación entre las variables cognitivas, psicológicas y emocionales.....	231
Tabla 60. Estadísticos descriptivos pruebas ejecutivas.....	232
Tabla 61. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk pruebas ejecutivas.....	233
Tabla 62. Prueba Wilcoxon para DF y Test S.....	233
Tabla 63. Correlación muestras emparejadas entre condiciones de la prueba LyN.....	235
Tabla 64. T-student para muestras relacionadas en prueba LyN.....	235

Tabla 65. Estadísticos descriptivos SAM.....	238
Tabla 66. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk SAM.....	239
Tabla 67. Estadísticos descriptivos valencia.....	240
Tabla 68. Prueba de esfericidad de Mauchly ^a valencia.....	242
Tabla 69. Pruebas de efectos dentro de sujetos valencia.....	242
Tabla 70. Comparaciones por parejas valencia (Momento -Condición)..	243
Tabla 71. Comparaciones por parejas valencia (Condición- Momento)..	244
Tabla 72. Estadísticos descriptivos activación.....	245
Tabla 73. Prueba de esfericidad de Mauchly ^a activación.....	246
Tabla 74. Pruebas de efectos dentro de sujetos activación.....	247
Tabla 75. Comparaciones por parejas valencia (Momento -Condición)..	248
Tabla 76. Comparaciones por parejas valencia (Momento -Condición)	248

INCIDENCIA DEL TIPO DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN JÓVENES DEPORTISTAS

RESUMEN

Introducción

La determinación de factores influyentes en el rendimiento deportivo conduce a investigar sobre las características que inciden en mayor medida en el mismo.

Los deportes de interacción tales como baloncesto y/o fútbol, necesitan de unos adecuados niveles de cognición, de hecho son múltiples las investigaciones que relacionan los altos rendimientos deportivos con unas capacidades cognitivas denominadas funciones ejecutivas. Éstas, se desarrollan desde el nacimiento, mostrando periodos críticos de desarrollo durante las etapas de desarrollo cerebral, desacelerando su desarrollo en etapas adultas, aunque aún en dicha etapa pueden continuar incrementándose sus niveles. La práctica de actividad física implica mejoras en estas funciones ejecutivas, si bien dicha actividad física puede desarrollarse de diferentes formas y con distintas implicaciones cognitivas, situándose dicha cognición en los deportes de interacción en la entropía que se genera en el medio, compañeros y rivales durante su práctica. Existen evidencias que relacionan la pericia y la experiencia en los deportes de interacción, con unos mayores niveles ejecutivos, cognitivamente hablando. El objetivo de esta tesis doctoral es establecer una sólida base de conocimientos al recopilar información relevante de una amplia cantidad de investigaciones tanto experimentales como no experimentales, donde se relaciona la práctica de actividad física y/o deportiva con los efectos de esta en las funciones ejecutivas, en poblaciones sanas en etapas infantiles, adolescentes y jóvenes. Además, se analizará la incidencia en escolares de la práctica de actividad física aeróbica, con y sin implicación cognitiva, derivada de tareas propias del baloncesto, sobre las funciones ejecutivas, la carga mental percibida, la emocionalidad y la afectividad. En esta línea, se estudiará también la incidencia de la práctica de tareas específicas de fútbol, de tipo físico aeróbico con y sin carga mental sobre las funciones ejecutivas y la carga mental percibida y la emocionalidad en deportistas de sub-élite (3^o división),

Método

El estudio 1 consiste en una revisión sistemática donde se busca el avance en el conocimiento sobre la incidencia de la actividad física sobre las funciones ejecutivas, focalizada en poblaciones sanas infantiles, adolescentes y jóvenes. Mediante la identificación, categorización y análisis de artículos procedentes de bases de datos electrónicas como ISI Web of Knowledge, SCOPUS, PubMed, SPORTDiscus, PsyINFO, ERIC, Google Scholar y Dialnet.

En el estudio 2, participaron voluntariamente 18 escolares de 5º curso de Educación Primaria, sus padres, madres o tutores legales 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 participantes en distintas sesiones completaron tres condiciones de manera aleatoria y contrabalanceada, dos experimentales de tipo físico aeróbico, sin y con incertidumbre, y otra condición control de tipo sedentario. Se utilizaron como instrumentos de evaluación la batería *Evaluación Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas en Niños*, para medir las funciones ejecutivas, el *NASA-TLX* para medir la carga mental percibida, el *Self Assessment Manikin* para medir la emocionalidad, el *Positive and Negative Schedule for Children* para medir la afectividad. Todos los participantes completaron las evaluaciones antes y después de cada condición, excepto la evaluación ejecutiva que se completó únicamente tras la condición.

En el estudio 3, participaron voluntariamente 28 jugadores de fútbol del equipo UCAM Sangonera F.C., tras firmar 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 participantes en sesiones diferenciadas y de manera aleatoria y contrabalanceada, se sometieron a dos condiciones específicas de fútbol, donde las cargas físicas eran idénticas, y se diferenciaban en la carga mental implícita en su realización. Se utilizaron como instrumentos de evaluación cognitiva 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. Los participantes completaron las evaluaciones tras la realización de las condiciones experimentales.

Resultados

En el estudio 1 se seleccionaron finalmente 53 investigaciones, registrándose y clasificándose éstas atendiendo a dos criterios: efecto agudo vs efecto crónico; enfoque cuantitativo vs enfoque cualitativo.

En el estudio 2, los análisis de los resultados no muestran diferencias estadísticamente significativas en las funciones ejecutivas entre las condiciones evaluadas, para la prueba SG el estadístico $F(2,34)=1.031, p>0.05, \eta=0.057$; para SC $F(2,34)=.087, p>0.05, \eta=0.045$; para Int $F(2,34)=2.221, p>0.05, \eta=0.116$ y para Ani $F(2,34)=1.775, p>0.05, \eta=0.095$. No variando la significación de estos resultados ante las covariaciones consultadas. En relación a la emocionalidad, para la valencia afectiva no se han hallado diferencias entre las interacciones de las condiciones evaluadas con las pre-post evaluaciones $F(2,34)=1.12, p>0.05, \eta=0.062$, si bien la activación sí que arroja diferencias estadísticamente significativas a favor de la condición físico-cognitiva en relación a las otras condiciones $F(2,34)=3.800, p<0.05, \eta=0.183$, y también en función de la pre-post condición $F(2,34)=5.293, p<0.05, \eta=0.237$.

Con respecto al estudio 3, por su parte, indican diferencias estadísticamente significativas para el Desing Fluency Test ($Z=-2.305, p=.021$) y para la prueba de Letras y Números ($t(27)=-4.781, p=.000$) a favor de la condición con carga mental. Sin embargo el Test de Stroop, además de mostrar mayores puntuaciones en la condición sin carga mental, no muestra significación alguna.

Conclusiones

El efecto agudo producido por tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto, no incide en los componentes ejecutivos, ni de valencia emocional, sin embargo para la activación emocional sí que muestra incidencia. Además, la manipulación de la carga mental en tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto tampoco tiene efecto sobre los

componentes ejecutivos, ni para la activación emocional, pero si para la valencia emocional.

El efecto agudo producido al manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol tiene incidencia en las funciones ejecutivas globalizadas, en la inhibición y en las variables emocionales valencia y activación

Palabras clave: Funciones ejecutivas, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, inhibición, implicación cognitiva, carga mental, escolares, deportistas.

INCIDENCE OF THE TYPE OF PHYSICAL ACTIVITY IN THE
EXECUTIVE FUNCTIONS IN YOUNG ATHLETES.

ABSTRACT

Introduction

The determination of influential causes in the sports performance leads to study several features that have an influence on them as far as possible.

Interactional sports such as basketball and or soccer need appropriate levels of cognition, therefore certain research relate high sporty performance to cognitive abilities named executive functions. These are improved from birth showing critical periods of progress along the cerebral development, slowing down its maturation in adults periods, although in this interval can continue enhancing its levels.

Practising physical activity implies advances in these executive functions, this physical activity can develop different shapes and with unequal cognitive consequences, standing this cognition in interactional sports as well as the entropy that surge in the environment , classmates and adversaries along its practise.

There are evidences that establish a relationship between skills and experiences in interaction sports with higher executive levels, cognitively speaking. The main aim of this doctoral thesis is to set a solid knowledge base upon which all the paramount information is going to be collected, namely experimental and non experimental studies, where practising physical activity with its effects are related focusing on healthy population in early stages, teenagers and youngsters. What is more, the impact of aerobic physical activity with and without cognitive implication in students will be analysed, regarding basketball tasks, above executive functions, mental workload received, emotionality and affectivity.

In this direction, the effect of the practise in specific soccer tasks will be scrutinized, concerning aerobic physical with and without mental workload

above executive functions and mental workload received and emotionality in sportsmen from sub-elite (third division).

Method

Study number 1 is based on a systematic review where an advance of knowledge concerning the impact of physical activity regarding executive functions focusing on healthy population children, teenagers and youngers. By means of identification, categorization and analysis of articles coming from electronic database, such as: ISI Web of Knowledge, SCOPUS, PubMed, SPORTDiscus, PsyINFO, ERIC, Google Scholar and Dialnet.

In study number 2, 18 volunteers students took part of it, they were in Year 5 from a public school, their parents and legal tutors signed a prior informed consent with regard to Helsinki declaration established bearing in mind the approval of ethics committee from San Antonio Catholic University from Murcia.

The participants did different three sessions in aleatory and contrabalance conditions, two experiments physical aerobic task with and without uncertainty and another control condition, physical inactivity. As a mechanism of evaluation were used a Neurophysiological Executive Functions in Children to measure executive functions, and *NASA-TLX* to evaluate mental workload perceived, *Self Assesment Manikin* to scan feelings *Positive and Negative Schuede for Children* to measure affectivity. All the members were assessed in a pre and post situation, with the exception of the executive evaluation that was assessed after the condition.

In the last study, number 3, 28 football players from UCAM Sangonera F.C. participated in a volunteer way after signing the a prior informed consent with regard to Helsinki declaration established bearing in mind the approval of ethics committee from San Antonio Catholic University from Murcia.

The participants did different sessions in aleatory and contrabalance conditions, two experiments physical aerobic task with and without uncertainty and another control condition, physical inactivity. As a mechanism of evaluation were used *Design Fluency Test* to measure cognitive flexibility, *the Stroop test* to

evaluate inhibition and Letters and numbers test regarding Wechsler intelligence test for adults (*WAIS-III*), to analyse working memory. Players were assessed in three times after doing experimental conditions.

Results

In study 1, 53 researches were selected as well as they were classified according to two main reasons: acute effect versus chronic effect; quantitative data versus qualitative data.

In study number 2, the analysis from tests revealed no significant differences in executive functions that were assessed. In the test SG the statistic was the following one ($F(2,34)=1.031, p>0.05, \eta=0.057$; for SC $F(2,34)=.087, p>0.05, \eta=0.045$; for Int $F(2,34)=2.221, p>0.05, \eta=0.116$ and Ani $F(2,34)=1.775, p>0.05, \eta=0.095$). There was any variation of the signification in these results regarding consulted co-variation. With respect to feelings, concerning the affective valence, there are not differences among interactions that have been evaluated in pre-post tests ($F(2,34)=1.12, p>0.05, \eta=0.062$), although significant differences have been found to favour physical and cognitive condition concerning other conditions ($F(2,34)=3.800, p<0.05, \eta=0.183$), and moreover in pre-post condition ($F(2,34)=5.293, p<0.05, \eta=0.237$).

Regarding study 3, Design Fluency Test revealed significant differences ($Z=-2.305, p=.021$) concerning Letters and numbers test the results were the following ones ($t(27)=-4.781, p=.000$) to favour mental workload condition. Nevertheless, Stroop Test discovered higher scores without mental workload procedure but it was not significant at all.

Conclusions

The present study represents attempt to show that acute effect was surged by physical and coordinate basketball tasks, do not come into play executive components neither feelings, however there is an activation regarding emotional aspects. What is more, mental workload manipulation does not have any effect on executive components neither feelings activation in tasks that concern physical

and coordination skills in basketball tasks although it has an effect on emotional valence.

The acute effect produce when manipulate the mental workload tasks with specific physical and coordinate demands of soccer, have incidence in globalized executive functions, inhibition and emotional variables, valence and activation.

Key words: Executive functions, working memory, cognitive flexibility, cognitive engagement, mental workload, school children, athletes.

I - INTRODUCCIÓN

I - INTRODUCCIÓN

I.1. MARCO CONCEPTUAL.

1. DEPORTES DE EQUIPO Y COGNICIÓN: UNA RELACIÓN DE IDA Y VUELTA.

Los deportes de equipo se definen entre otros aspectos por la incertidumbre y la variabilidad que muestran (Iglesias, Cárdenas, y Alarcón, 2007). Los deportistas implicados en estas disciplinas, requieren de elevados niveles de percepción y de toma de decisiones (TD), al tener que ser capaces de atender a los estímulos relevantes a la vez que seleccionan aquellas respuestas más certeras en entornos con gran entropía. Es decir, necesitan de determinadas capacidades cognitivas que les permitan adecuar constantemente sus acciones y conductas a los permanentes cambios ambientales, los cuales son en su mayoría situaciones no probabilistas, lo que supone mayor dificultad de anticipación por parte de los deportistas. Además, en estos deportes, está presente otro factor como es el tiempo, en lo referido a la duración de los estímulos y a la escasez de tiempo para la TD (Alarcón, Ureña, y Cárdenas, 2014; Iglesias et al., 2007), que acrecienta aún más la necesidad de contar con unos niveles cognitivos óptimos, a fin de que los tiempos de reacción ante los factores característicos mencionados sean lo más eficaces posibles y el rendimiento deportivo sea relevante.

Por su parte, la cognición incide en el rendimiento deportivo, entendido este como un sistema complejo que necesita de la cognición para el procesamiento de las vivencias y experiencias pasadas, presentes y futuras, en concordancia con las capacidades deportivas de los participantes (Cotterill y Discombe, 2016). Pues los deportistas deben de ser capaces de procesar la información que reciben para resolver adecuadamente cualquiera de las situaciones que se le presentan (Vila-Maldonado, García, y Contreras, 2012). Algunos de los elementos cognitivos fundamentales para el rendimiento

deportivo son la atención, la memoria, el patrón de reconocimiento, la resolución de problemas, la TD, la anticipación, la concentración y la focalización (Vickers, 2007). Cuanto mayor sean los niveles de cada uno de estos elementos, mayores serán los rendimientos de los deportistas, al permitírseles actuar con mayor eficacia y rapidez en sus acciones.

1.1. Las necesidades cognitivas de los deportes de interacción.

Los deportes de interacción poseen unas características intrínsecas que hacen que los deportistas deban realizar esfuerzos no solo físicos sino también mentales. Para Parlebas (1992) estos deportes quedan definidos por la incertidumbre procedente de las interacciones con los demás participantes. Por un lado la que se produce con los compañeros mediante la comunicación motriz, caracterizada por la transferencia del móvil, la sociomotricidad positiva, los puestos favorables o la protección del contacto. Y por otro lado la que se produce con los rivales mediante la contracomunicación motriz, determinada por la transferencia opuesta del móvil, la sociomotricidad negativa y los puestos desfavorables. Siendo las normas de juego las que tienen la capacidad de variar tanto el contacto y su intercambio.

La búsqueda para alcanzar los objetivos de juego y a su vez evitar que el oponente logre el suyo, tiene como consecuencia la aparición de habilidades específicas que deben ser ajustadas constantemente a las demandas cambiantes de un entorno dinámico. La naturaleza de este tipo de deportes pues, implica un proceso de interacción dinámico. Esta idea marca grandes diferencias entre este tipo de deportes y otros como el atletismo, donde el rendimiento vendrá determinado en gran medida por la habilidad o destreza del atleta.

Los elementos estructurales que engloban a los deportes sociomotrices son: los jugadores, tanto compañeros como rivales; el espacio; el móvil; el objetivo y las reglas (Bayer, 1992). Sin embargo, otros autores como Blázquez (1986) establece solo cuatro elementos de tipo estructural: comunicación motriz, espacio, estrategia y reglas. La condiciones del juego vendrán determinadas por las reglas, la cuales establecerán los elementos formales del juego tales como porterías, canastas, redes, móviles, espacios, entre otros (Cárdenas y Alarcón, 2010). Para Alarcón (2008), estas reglas rigen los espacios, el tiempo, la conducta de los

deportistas tanto en el aspecto motriz como en el verbal, y ejercen cierta influencia en la naturaleza del deporte a nivel físico, psicológico, técnico y táctico, limitando los movimientos de los jugadores y su comunicación verbal (a compañeros, rivales y árbitros). Estas limitaciones afectan a los aspectos físicos, psicológicos y motrices, dando a entender que si se alteran las reglas se alteraría la manera en que se desarrolla en juego/deporte, y por ende nos encontraríamos ante unas nuevas. Es el deportista el que interpreta, según sus experiencias previas y su condición física y mental, estas reglas, para, a través de su TD resolver las situaciones que se le presenten, siendo ellos al final los que dan significado a las reglas y acciones (Cárdenas y Alarcón).

La dinámica del juego se deriva por tanto, de la combinación de los elementos estructurales (jugadores, espacio, móvil, objetivos, tiempo, etc.), controlados por el reglamento, y por la utilización que los deportistas hacen de ellos (Piñar, 2005). Estos son capaces de concebir reglas para deducir la relación entre variables, utilizándolas posteriormente en situaciones semejantes pero no idénticas (Cárdenas y Alarcón, 2010).

Atendiendo a las consideraciones previas, se entiende que cualquier disciplina deportiva se fundamenta en una determinada lógica interna, a la que Parlebas (1988) definió como la interacción entre los jugadores y de estos con el medio de juego, quedando las características del juego limitadas por estas relaciones. Autores como Cárdenas (2001), Costoya (2002), o Hernandez Moreno (1994), sugieren que son las reglas de juego el elemento que condiciona la dinámica del juego, y ello a pesar de otros elementos como los jugadores con su experiencia y características individuales, o la comunicación e interacción motriz. En la figura 1, se muestra esquemáticamente la influencia de las reglas y de la interacción sobre la conducta motriz.

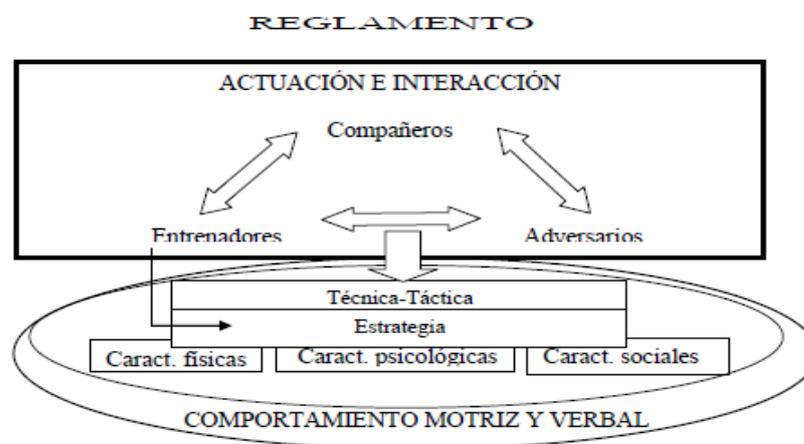


Figura 1. Influencia de las reglas e interacción de jugadores sobre su comportamiento motor (Tomado de (Piñar, 2005)).

Siguiendo esta idea de Piñar (2005), aclara que la dinámica del juego proviene de la combinación de los elementos estructurales como tiempo, espacio, deportistas, objetivos y metas, los cuales quedan encuadrados por un orden superior como son las reglas. Por tanto, el objetivo primordial de cualquier disciplina deportiva es la búsqueda de soluciones eficientes ante las diversas situaciones propias de cada deporte.

1.1.1. Carga mental y deporte.

Durante las acciones de juego, los deportistas se ven envueltos en cargas de trabajo, entendidas como el conjunto de estímulos que soporta el organismo (Zintl, 1991). Gonzalez y Ribas (2002) definen la carga de entrenamiento como el conjunto de exigencias biológicas y psicológicas (carga real), también conocido como carga interna. Esta estaría causada por las actividades de formación como carga propuesta o carga externa. Esto significa que la carga debe ser medida y evaluada en dos frentes. Por un lado, considera que contribuyen a la unidad de entrenamiento (carga propuesta/carga externa) y por otro lado tiene en cuenta el nivel de la demanda (consumo, coste o desgaste) que representará a la carga real/interna del entrenamiento.

En los deportes colectivos son necesarias cargas no sólo con una orientación condicional sino también técnica y táctica, la cual dificulta su control, principalmente por las diferencias individuales con respecto a las demandas físicas y cognitivas (Bara, Andrade, Nogueira, y Nakamura, 2013; Miloski, Freitas, y Bara, 2012). La carga externa es más fácil de controlar (Cuadrado, 2010), mientras que la carga interna varía según el deportista (Milanez et al., 2011) ya que le afectará de distinta manera a variables personales como el ánimo, la percepción de dificultad o la confianza, atendiendo a estas circunstancias.

Durante el juego, los jugadores de los deportes de interacción deben mantener y actualizar la información constantemente, atendiendo a las claves atencionales (Abernethy, 2001) y descartando la información de menor relevancia (Kahneman y Treisman, 1984). La complejidad de esta tarea puede aumentar a medida que el entorno se vuelva más incierto, o por la aparición en la consciencia de pensamientos negativos que interfieran en este proceso selectivo de información. Esto va a requerir recursos atencionales, quedando disponibles menos recursos para la resolución de la tarea (Moran, 1996). Se hace necesario la comprensión de esta carga mental (CM) en los entrenamientos para llevarla al umbral de adaptación positivo que promueva la intensidad óptima del estímulo (Cuadrado, 2010), y con ello procurando no caer ni en la infracarga ni en la sobrecarga (Bara et al., 2013; Flávio y Evangelista, 2012). Si se considera la relevancia de la alternancia de los esfuerzos a los que se someten los deportistas en los deportes colectivos, puede comprenderse lo difícil que resulta la cuantificación y valoración de las cargas (Camacho, 2016).

Cuando la CM, tanto cognitiva como emocional, al igual que la carga física, sea la óptima, producirán cambios agudos y crónicos en el organismo. Estos cambios pueden tener una repercusión sobre el rendimiento y el aprendizaje de las tareas tanto positivo como negativo. Cuando el deportista está soportando una CM, éste consumirá parte de su capacidad de procesamiento mental, y también de físico, influyendo de manera interactiva con la carga física sobre el rendimiento. Autores como Marcora, Staiano, y Manning (2009) y Bray, Graham, Martin-Ginis, y Hicks (2012), encontraron que la realización de una tarea que requería el uso de recursos del ejecutivo central, producía una disminución en el rendimiento técnico, concretamente en la eficacia en los lanzamientos de tiro libre

en baloncesto. Martin et al. (2016) también encontraron una disminución del rendimiento físico en ciclistas tras haber realizado una tarea similar al anterior.

En cambio, otros estudios han encontrado un efecto positivo. Así, estudios como los de Cárdenas et al. (2013), Conde-González (2011), o Ávila (2017), muestran que la realización simultánea de una tarea con CM con una tarea física de alta intensidad, podía incluso disminuir la percepción subjetiva de esfuerzo físico.

1.1.1.1. Incertidumbre, carga mental y deporte.

Ambos conceptos, incertidumbre y CM están íntimamente relacionados. Catena et al. (2012) demostraron que la estructuración anatómica que se relaciona con la incertidumbre en la TD es la misma a aquellas que se activan cuando existe una gran CM ejecutiva, en concreto es el córtex prefrontal (CPF) dorsolateral y el cíngulo anterior. Así, en los deportes abiertos, los deportistas soportarán mayor CM en la medida que la incertidumbre del entorno aumente, pues deberán ajustar su comportamiento a las demandas cambiantes de estos deportes.

La modificación de la CM en los deportes se podrá realizar a partir de los cambios en la incertidumbre de la tarea. Dentro del ámbito deportivo, se entiende que la incertidumbre proviene del grado de interacción entre los elementos del juego con respecto a las reglas, tales como deportistas, espacio, tiempo, objetivos, material, etc. (Goñi et al., 2011; Piñar, 2005). De hecho, a mayor inestabilidad o variabilidad de estos elementos mayor será la tasa de incertidumbre. Así, la CM se verá modificada tanto por la cantidad de información a procesar por el deportista, como por nivel de procesamiento que necesita (Barch et al., 1997), quedando englobados ambos por el nivel de incertidumbre.

Antón (1998), realizó un acercamiento de cómo modificar la incertidumbre de la tarea, atendiendo a las características de espacio, tiempo y motricidad (Figura 2).

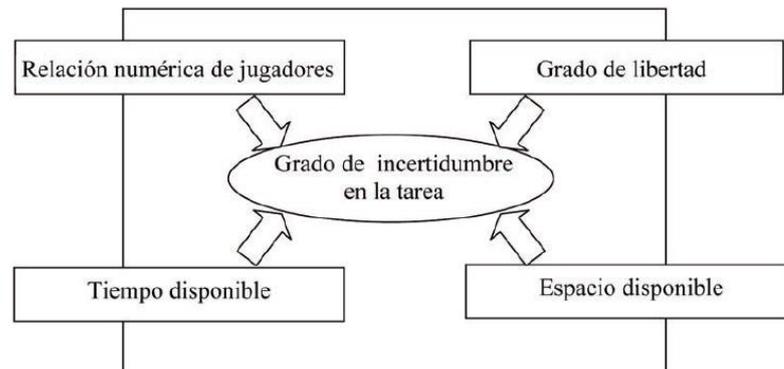


Figura 2. Parámetros condicionantes del nivel de incertidumbre en actividades de entrenamiento (Cárdenas, Conde-González, y Perales, 2015).

Con respecto a la relación numérica de deportistas que participan en un mismo espacio y tiempo, ésta puede ser de inferioridad, igualdad o superioridad, siendo el número de deportistas estímulos a los que es necesario prestar atención, produciéndose un incremento en la diversidad de fuentes, y por ende, una mayor necesidad de atención y una mayor rapidez de reacción (Magill, 2010; Mickevičienė, Motiejūnaitė, Skurvydas, Darbutas, y Karanauskienė, 2008). En definitiva, habrá menor incertidumbre cuando haya superioridad numérica y viceversa, debido a la necesidad de los deportistas de interpretar y anticipar adecuadamente las actuaciones tanto de compañeros como de oponentes, ejerciendo una TD efectiva.

Con respecto al espacio de juego, la incertidumbre se verá afectada según el espacio disponible en el que los participantes deban actuar. Estas variaciones espaciales quedan relacionadas también con las temporales, pues si el espacio es reducido, la cercanía de los rivales será mayor y por ende el tiempo para decidir y ejecutar con eficacia debe ser menor, aumentando con esto la incertidumbre.

En cuanto al tiempo, decir que la predicción adecuada de las acciones que van a suceder estará determinada en parte por el tiempo que se dispone para analizar las condiciones del entorno en el momento de la TD. En el ámbito deportivo cuando se reduce el tiempo para la TD, se produce un aumento

considerable de la CM, y además se produce una influencia hedónica negativa derivada de la carga que supone errar en la TD.

Finalmente, la libertad de actuación de los deportistas tiene influencia en cuanto a la incertidumbre. Así, cuando se limitan las posibilidades de acción de la defensa, la incertidumbre para el atacante disminuye. Estas limitaciones pueden ser del tipo prohibición de ciertas acciones (no se puede saltar), empleo de condicionantes físicos (no poder separar la mano izquierda de la cabeza), o imponer nuevas reglas al juego.

1.1.1.2. Características y dimensiones de la carga mental.

Según Mulder (1986), hay dos tipos de esfuerzo mental, por un lado el esfuerzo de tarea, que responde a las altas demandas computacionales del cerebro (influidas por el tiempo, la memoria de trabajo (MT), multitareas, etc.) y por otro lado el esfuerzo de estado, influido en cuanto al rendimiento por el cansancio, toma de sustancias nocivas u otros. De la literatura se deduce que el esfuerzo mental está influido por la CM. Para Rubio (1992) existen tres grandes fuentes de la CM, presión temporal (disponibilidad, necesidad, etc.), cantidad de recursos de procesamiento que requiere la tarea y emocionales (frustración, estrés, etc.). Cuando una tarea implica demanda cognitiva, ésta utiliza recursos de procesamiento que interfieren en la realización de otras tareas (Kahneman, Ben-Ishai, y Lotan, 1973), y utilizan recursos centrales (Wickens, 1984), como pueden ser las funciones ejecutivas (FE).

Para Kahneman et al. (1973), los recursos cognitivos se guardan en una especie de almacén central, desde donde a través de los procesos atencionales, homogéneos, se utilizan para la realización de las operaciones cognitivas que se vayan necesitando. Esta idea de almacén central no es compartida por (Fuster, 2008; Wickens, 1984), sugiriendo que existe una gran variedad de fuentes de recursos cognitivos situados en los diferentes niveles del procesamiento, como son el perceptivo, el central y el motriz. Así pues, si hay dos tareas que necesitan de la misma fuente de recursos cognitivos, cuando una de ellas aumenta en complejidad implicará que, si se desarrollan concurrentemente, su rendimiento sea menor, mientras que si las fuentes de recursos de cada una de esas tareas son

diferentes, la variación de la complejidad no tendrá influencia en su grado de ejecución (Pons, 2008). Según O'Donnell y Eggemeier (1986), la CM se entendería como la parte de la capacidad limitada del operador central que se requiere en momento dado para completar una tarea.

Las estructuras de procesamiento central están referidas a los conocidos como mecanismos de control ejecutivo, las cuales se accionan cuando la tarea es novedosa y requiere la resolución de un problema, o la reorganización de la información que se encuentra en la MT. Estos recursos también son necesarios en aquellas acciones en las que las respuestas conocidas no permitan la solución que demanda la tarea a resolver (Baddeley, 2000; Miyake y Shah, 1999). Estas tareas o situaciones tienen en común la implicación del CPF, y en concreto de los lóbulos dorsolaterales y medial-cingulado (Miyake et al., 2000).

Según el modelo de recursos múltiples de Wickens (1984), dos acciones se dificultarán entre ellas si necesitan de la misma fuente de recursos cognitivos, es decir, si utilizan idénticas estructuras de percepción, de motricidad, o de procesamiento central. Para Wickens estos recursos se definen según tres dimensiones dicotómicas (Figura 3)

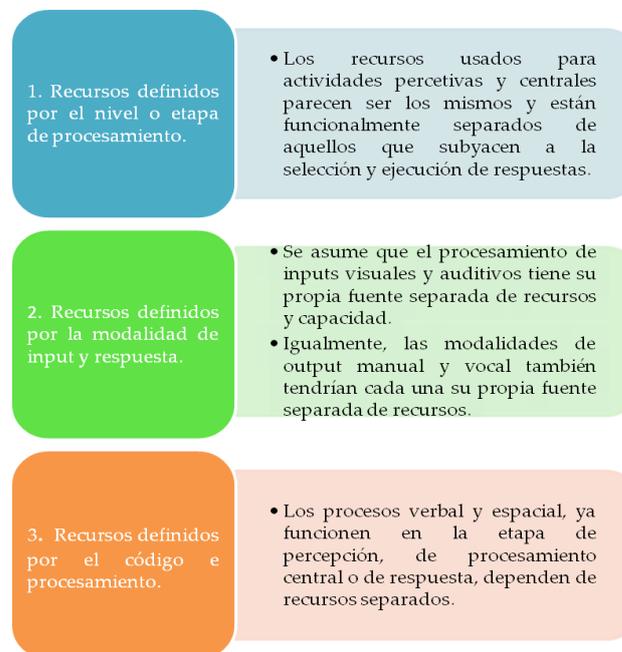


Figura 3. Recursos a través de las 3 dimensiones. Tomada de (Conde-González, 2011)

Lo que ocurre es que cuando la CM aumenta por el aumento de la dificultad del problema a resolver, se necesitará de la predisposición por parte del sujeto para poder resolverlo, quedando dicha predisposición sujeta a factores psicológicos, incluido los emocionales (Cárdenas et al., 2015). Así pues, aunque esta perspectiva tradicional del concepto de CM ha estado ligado exclusivamente a la dimensión cognitiva, actualmente su definición pasa por entender que es un concepto multidimensional que representa las variaciones entre la capacidad de un sujeto y las demandas de la tarea (Rubio, Luceño, Martín, y Jaén, 2007). Así pues dicha carga no viene derivada únicamente de propiedades de las tareas, ni de las características del operador, sino de las interacciones entre ambas (Pérez, Conchillo, y Recarte, 2010). Este hecho hace tener en cuenta la dimensión emocional del participante durante la tarea. Según Cárdenas et al. (2015), toda carga mental presenta una dimensión cognitiva, que se refiere al esfuerzo cognitivo desarrollado por el ejecutivo central MT, y una dimensión emocional, que se refiere al efecto emocional derivado de dicho esfuerzo, así como de la retroalimentación resultante de la realización de la tarea cognitiva. Por lo tanto todo esfuerzo mental será de tipo hedónico negativo. Las tareas que intrínsecamente presentan mayor complejidad producirán más errores, lo que conducirá a mayores emociones negativas, frustrantes y una menor sensación de efectividad (Baumeister, Vohs, y Tice, 2007; Wallace y Baumeister, 2002).

La medición de la CM se realiza de manera interna, a través de parámetros fisiológicos como: (i) la presión sanguínea diastólica, (ii) la dilatación de la pupila, y (iii) la velocidad máxima del movimiento ocular sacádico, siendo estos tres signos utilizados como medidas indirectas válidas (Di Stasi et al., 2010). Estas medidas, no son fácilmente aplicables en entornos deportivos por diversos motivos, como la modulación de los resultados por aspectos psicológicos, por lo que se hace necesario la utilización de medidas evaluativas de tipo subjetivo y conductual que se adecuen a estos entornos deportivos (Di Stasi et al., 2009).

Estas escalas subjetivas para la CM, son similares a las que miden la carga física (Borg y Dahlstrom, 1962a, 1962b, 1962c), resultando útil la adaptación para el control y programación de distintos niveles de CM en los entrenamientos. En esta tesis, se utilizaron métodos subjetivos para la evaluación de la CM de los sujetos, en los que los propios participantes eran los encargados de calificar su

nivel de esfuerzo para la realización de las tareas, indicando a través de una opinión directa el esfuerzo mental exigido según el entorno, experiencias y capacidades propias. Esta tipología de herramienta presenta una gran aplicación debido principalmente a su disposición, validez y aceptación, no resultando invasiva como podrían resultar las herramientas de corte fisiológico. Estas escalas solicitan la calificación numérica de los distintos grados de esfuerzo.

Atendiendo a estas características, autores como Meshkati, Hancock, y Rahimi (1992) y Rubio et al. (2007) sugieren la siguiente clasificación:

- Medidas fisiológicas, basadas en que los cambios de funcionamiento cognitivo influyen en variables fisiológicas (Paas, Tuovinen, Tabbers, y Van Gerven, 2003; Rubio et al., 2007). Algunos de los indicadores fisiológicos más comunes serían entre otros el consumo máximo de oxígeno, la frecuencia cardíaca y su variabilidad, actividad cerebral, concentración de lactato en sangre o la actividad ocular.

- Medidas de rendimiento o desempeño, donde se entiende que a mayor dificultad de la tarea mayores serán las demandas de la CM, lo que conduce a una disminución del rendimiento del deportista (Rubio et al., 2007). Algunos de estos indicadores serían el tiempo de reacción, número de aciertos, distancia recorrida, etc.

- Medidas subjetivas, donde se asume que a mayor gasto de capacidad más alta será la percepción subjetiva del esfuerzo, permitiendo su evaluación por los mismos sujetos (Rubio, Díaz, Martín, y Puente, 2004).

1.2. La importancia de las capacidades cognitivas en el rendimiento deportivo.

En los deportes de interacción se han utilizado tradicionalmente una serie de indicadores para evaluar el rendimiento, basados en las habilidades motrices y capacidades físicas, tales como la velocidad o resistencia, entre otras (Reina y Hernández, 2012). Autores como Ramos-Campo, et al. (2014), han profundizado en estos aspectos, analizando la relación entre composición corporal en función de la posición específica, y sus diferencias con distintas disciplinas deportivas, no encontrando diferencias significativas en estas composiciones corporales. Para

Larkin y O'Connor (2017), la detección precoz del talento es un proceso complejo, pues el rendimiento cuenta con un carácter multifactorial, al existir múltiples cualidades relacionadas con el desempeño, lo que dificulta determinar cual conduce al éxito o al fracaso, siendo ésta una de las razones por las que los enfoques multidisciplinares son recomendados para la detección del talento (Unnithan, White, Georgiou, Iga, y Drust, 2012).

Considerando las características ya analizadas de estos deportes, autores como Williams y Reilly (2000), a los predictores tradicionales, añaden otros como los sociológicos (educación, entorno, familia, relación entrenador-deportista, etc.), y psicológicos (personalidad, autoconfianza, motivación, creatividad, atención, etc.). Resulta preciso el considerar diferentes factores, y no solo los motores, lo que implica la necesidad de analizar las particularidades psicológicas de los deportistas. Lex, Essig, Knoblauch, y Schack (2015), indican que el rendimiento en el terreno de juego no se debe exclusivamente al conocimiento concreto de las reglas y dinámicas de juego, sino también a la transformación de la información que proviene del aprendizaje. Resumiendo, para alcanzar el éxito deportivo, los jugadores de élite ponen en acción sus destrezas y habilidades físicas, motores, perceptivas y cognitivas (Williams, Davids, y Williams, 1999).

Para detectar cuáles de estas variables, o grupo de ellas, puede convertirse en predictoras del rendimiento, tradicionalmente en las ciencias del deporte se ha utilizado el paradigma experto-novato, el cual se centra en precisar como 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 y Hillman, 2003), por lo que se requieren altos niveles de entrenamiento o práctica para alcanzarla (Baker, Horton, Robertson-Wilson, y Wall, 2003). En los deportes de interacción, la pericia es un elemento crucial para competir a un alto nivel (Mann, Williams, Ward, y 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 y Clemente, 2012). Para autores como Rocha y Clemente, la pericia deportiva se entiende como la interacción exitosa de los límites biológicos, psicológicos y sociológicos, siendo el factor psicológico un

mediador entre los deportistas y dicho rendimiento (Olmedilla et al., 2015). A este respecto, Faubert (2013) duda sobre las diferencias cerebrales entre deportistas y no deportistas, o si la participación en estos deportes se ha debido a la selección natural del talento. Por ello, la bibliografía utiliza dos enfoques diferentes para identificar esta hegemonía perceptiva-cognitiva en función del nivel de pericia (Alves et al., 2013).

El paradigma más utilizado es el que se basa en el enfoque de desempeño experto (Romeas, Guldner, y Faubert, 2015), evaluando a deportistas élite, sub-élite y/o nóveles en contextos ecológicos y específicos (Voss, Kramer, Basak, Prakash, y Roberts, 2009). El otro paradigma se basa en el enfoque de habilidades cognitivas, el cual se centra en la comprobación de la experiencia deportiva como factor causante de las funciones cognitivas fuera del dominio específico del deporte (Romeas et al.).

Desde el primer enfoque, la capacidad perceptiva-cognitiva es distinta en los expertos y los inexpertos, entre otros factores, gracias a sus capacidades cognitivas, favoreciendo la anticipación y la previsión de acciones futuras, entendida popularmente como “capacidad de lectura del juego”. Estas capacidades cognitivas, serán mayores al encontrarse ante los dominios específicos donde el nivel de pericia es mayor, siendo por tanto mayor en los deportistas expertos. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre las capacidades de llevar a cabo multitareas y en la velocidad de procesamiento de la información en aquellas tareas específicas, según se trata de deportistas o no (Chaddock, Neider, Voss, Gaspar, y Kramer, 2011). Mann et al. (2007), hallaron que los deportistas expertos y los principiantes utilizan estrategias de búsqueda visual distintas, tomando mayores descansos visuales y necesitando de una menor cantidad de fijaciones de gran duración que los jugadores noveles, lo que afecta al rendimiento. Para Vila-Maldonado, García, y Contreras (2012), esta influencia se produce al conocer por parte de los deportistas experimentados cuáles son las áreas que ofrecen mayor información, así como cuales ofrecen información irrelevante.

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, y 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 y Williams, 2008).

Estos resultados también se han encontrado en la TD. Johnson y 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).

En cambio, 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). 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 y 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 y Kintsch, 1995). Esto mismo sucede con otras habilidades cognitivas como estrategias de búsqueda visual (Vaeyens, Lenoir, Williams, y 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).

A pesar de todo ello, y desde un enfoque nuevo, el de habilidades cognitivas, 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 y Bosel, 1998; Enns y Richards, 1997; Lum, Enns, y Pratt, 2002; Nougier, Azemar, Stein, y Ripoll, 1992; Nougier, Rossi, Alain, y Taddei, 1996; Nougier, Stein, y Azemar, 1990), velocidad de procesamiento (Bueno, 2003; Carmoney, 1993; Enns y Richards, 1997; Helson y Starkes, 1999; Kioumourtzoglou, Kourtessis, Michalopoulou, y Derri, 1998; Lippold, 1986; Lum et al., 2002; Nougier et al., 1996, 1990) y diferentes paradigmas de atención (Anzeneder y Bosel, 1998; Castiello y Umilta, 1992; Chaddock, 2006; Kioumourtzoglou et al., 1998; Lippold, 1986; Starkes, Allard, Lindley, y O'Reilly, 1994). También Chaddock et al. (2011) encontraron diferencias entre deportistas y no deportistas en situaciones

cotidianas fuera del contexto deportivo pero que requerían 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), movilizando 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 et al., 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.

1.2.1. Funciones ejecutivas y rendimiento deportivo

El supuesto básico detrás de la relación entre la FE y el rendimiento deportivo es que la MT, la inhibición y la flexibilidad cognitiva (FC) son claves para ejecutar y controlar las secuencias de acciones necesarias para realizar con

éxito las tareas deportivas como resolver un nuevo problema, o adquirir una nueva habilidad motriz compleja (Alarcón, Castillo, Ureña, Torre, y Cardenas, 2017; Alarcón, Ureña, Castillo, Martín, y Cárdenas, 2017)

Los beneficios potenciales de la actividad física (AF) sobre el desempeño cognitivo, la estructura cerebral y la función cerebral pueden ser la base sobre la cual se obtienen mejoras en el logro deportivo. Esta posible relación entre las FE y el deporte ha llevado al mundo académico a buscar si alguna de estas capacidades cognitivas de orden superior puede ayudar a predecir el rendimiento deportivo. De esta manera, en la literatura se pueden encontrar diferentes investigaciones que tratan de relacionar el nivel de FE de deportistas con su nivel de pericia, y/o desempeño en el campo de juego. Así, trabajos como los de Alves et al. (2013), Lundgren, Högman, Näslund, y Parling (2016), y Vestberg, Gustafson, Maurex, Ingvar, y Petrovic (2012) en adultos; los de Huijgen et al. (2015); y Vestberg et al. (2017) en jóvenes; y los de Verburch, Königs, Scherder, y Oosterlaan (2014) en niños, han encontrado diferencias en las FE en el grupo de élite en comparación con el grupo no deportista y el amateur.

Si se realiza un análisis según capacidad, con respecto a la inhibición Huijgen et al. (2015), encontraron que los jugadores jóvenes de élite poseían unos mayores niveles de inhibición que en los sub-élite. Martin et al. (2016) por su parte encontró diferencias entre el grupo profesional respecto al recreacional. Si lo que se compara es deportistas versus no deportistas, Jacobson y Matthaeus (2014) encontraron 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, Chu, Chu, Chan, y Chang (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. Cuando se compara la capacidad de inhibición del deportista según su pericia (medida por el nivel de la competición en la que juega), estudios en fútbol con jóvenes (Vestberg et al., 2017), en baloncesto (Alarcón, Ureña, Castillo, Martín, y Cárdenas, 2017), y en hockey hielo (Lundgren et al., 2016) no encontraron diferencias.

Con respecto a la capacidad de MT los trabajos son contradictorios. Si se analizan según la edad, los estudios en jugadores de fútbol en edades tempranas (Huijgen et al., 2015; Verburgh, Scherder, Van Lange, y Oosterlaan, 2014; Vestberg et al., 2017), no encontraron diferencias. Sin embargo en jugadores adultos, Alarcón et al. (2017); Herrero (2017), sí encontraron que los deportistas de élite poseen mejor MT que los amateurs.

Estos resultados se repiten cuando se mide la FC. La población deportista de élite obtiene mejores resultados en FE que la no deportista (Finkenzeller, Würth, y Amesberger, 2014; Jacobson y Matthaeus, 2014; Lundgren et al., 2016; Vestberg et al., 2012, 2017; Wang, Chu, Chu, Chan, y Chang, 2013). Estudios como los de Lundgren et al., en hockey y Huijgen et al. (2015) y Verburgh, Scherder, et al. (2014) en fútbol, tras analizar la FC de 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 FE 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 et al., 1993), donde diversos autores afirman que existe un desarrollo mayor de las FE (Best, Miller, y Jones, 2009; Papazian, Alfonso, y Luzondo, 2006). Esta hipótesis se ve reforzada por Huijgen 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 se analiza la posible influencia de las FE en el rendimiento deportivo, estudios como los de Lundgren et al. (2016) y Vestberg et al. (2012, 2017) evalúan las FE en relación con el éxito deportivo en competición con diferentes resultados. Vestberg et al. (2012), comprueban que los futbolistas de élite con mejores FE

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 FE 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., no encuentra relación entre el rendimiento deportivo en jugadores de élite de hockey hielo y su rendimiento en campo. En la misma línea Herrero (2017) no encontró relación entre las FE de jugadores profesionales de fútbol sala y su rendimiento en el campo (goles y asistencias).

2. LAS FUNCIONES EJECUTIVAS.

El concepto de FE es relativamente actual, encontrándose dentro del campo de la neuropsicología. Fue Luria el primero, que sin dar nombre al término, conceptualizó las FE como un conjunto de habilidades relacionadas con la capacidad de iniciativa, la motivación, la formulación de metas y planes de acción, y también como la asociación con el autocontrol de la conducta (Luria, 1966). Dentro de sus muchas investigaciones en este campo, Luria relacionó la dificultad en el rendimiento ejecutivo con lesiones en el lóbulo frontal y más concretamente en el CPF. Este mismo autor, establece tres unidades funcionales (ver figura 4): (1) la encargada de la alerta y la motivación, situándose en el sistema límbico y reticular; (2) las encargadas de la recepción, el procesamiento y el almacenamiento de la información, situándose en las áreas corticales postrolándricas; (3) la encargada de la programación, el control y la verificación de las actividades que desarrollamos, situándose en la corteza prefrontal, siendo esta última la de mayor relevancia para el funcionamiento ejecutivo (Luria, 1980).

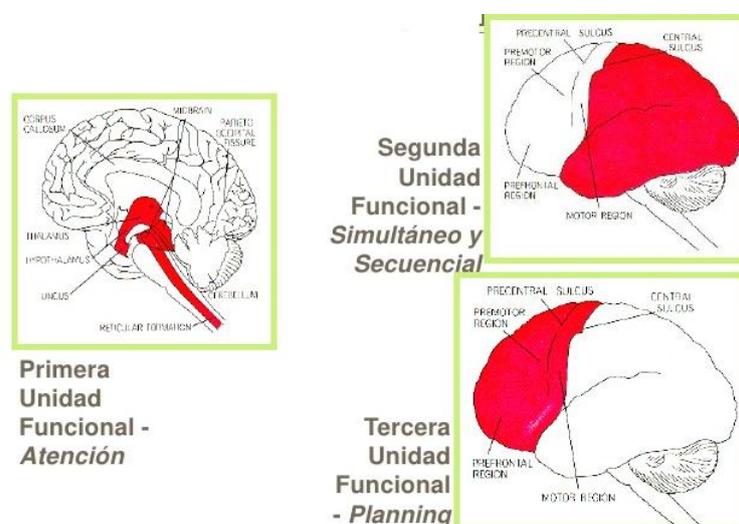


Figura 4. Organización funcional del cerebro de Luria.

Pero fue Muriel Lezak el que dio una de las primeras definiciones del término FE, señalándolas como las capacidades mentales esenciales para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y socialmente aceptada (Lezak, 1982). Este autor agrupó las FE en base a unos componentes que están relacionados directamente con las capacidades establecidas previamente por Luria, siendo dichos componentes: la capacidad de formular metas, las estrategias para planificar y lograr objetivos, y además aquellas que son necesarias para realizar acciones de manera eficaz; facilitando por tanto el monitoreo y el control del pensamiento, así como de la acción (Carlson, 2005).

Posteriormente Baddeley (1986) clasificó las FE en dominios cognitivos donde incluyó: planificación, organización de conductas, inhibición, FC, fluidez verbal e iniciación.

Algunas de las definiciones contemporáneas de las FE a destacar serían la definición de Sánchez-Carpintero y Narbona, (2001), el cual entiende las FE como un constructo heterogéneo, un abanico de habilidades vinculadas a la capacidad de organizar, seleccionar apropiadamente los objetivos e iniciar un plan para sostenerlo en la mente mientras se ejecuta una determinada tarea; requiere de inhibir distractores y evaluar la validez de las estrategias elegidas de manera flexible para concretar la meta propuesta. Por su parte, Ardila (2008), las entiende como un conjunto de funciones reguladoras del comportamiento humano,

mientras que Ardila y Rosselli (2007), en un planteamiento anterior, las conceptualizan como aquellos procesos cognitivos que permiten la organización y planeación, la flexibilidad cognoscitiva, la capacidad de filtrar interferencias, el control de las conductas dirigidas a una meta, la habilidad de anticipar las consecuencias de las conductas, el manejo simultáneo de diversos subsistemas necesarios para realizar una tarea; también incluye la moralidad, la conducta ética y la autoconciencia.

Autores como Lopera (2008) han estudiado los componentes de las FE destacando que las FE contienen diversos aspectos de programación y ejecución de las actividades cerebrales, destacando la iniciativa, volición, creatividad, capacidad de planificación y organización; fluidez y flexibilidad para la ejecución de los planes de acción; atención selectiva concentración, memoria operativa, monitoreo y control Inhibitorio.

Recientemente, Rosselli, Jurado, y Matute (2008), definieron las FE como un grupo de habilidades cognoscitivas cuyo objetivo radica en facilitar la adaptación del sujeto a situaciones novedosas y complejas, incluyendo además otros comportamientos habituales y automáticos. Esta definición implica el reconocimiento de las FE como un proceso imprescindible para el aprendizaje del sujeto, entendiendo el aprendizaje como un cambio relativamente permanente del comportamiento que ocurre como resultado de la práctica (Ardila, 2001; Schunk, 1997).

Otras posibles definiciones serían, las que consideran que estas FE permiten el establecimiento de metas, el desarrollo de planes y acciones, la flexibilidad del pensamiento, la inhibición de respuestas automáticas, la autorregulación del comportamiento, y la fluidez verbal. Las FE resultan vitales para la consecución de metas escolares (Meltzer y Krishnan, 2007 citado por Rosselli et al., 2008), laborales (Crepeau, Peter Scherzer, Belleville, y Desmarais, 1997 citado por Rosselli et al., 2008) y deportivas (Alarcón et al., 2017; Herrero, 2017) requeridas en el comportamiento propositivo.

La tendencia americana según Levin y Hanten (2005) entiende las FE como funciones cognitivas superiores las cuales se encargan de gestionar el proceso de memoria, lenguaje, percepción, habilidades motoras, en el servicio de configuración, administración y el logro de los objetivos. Estas FE incluirían la

organización, planificación, FC y el automonitoreo y autorregulación bajo las normas de comportamiento social, para la solución de un problema.

Todas estas definiciones que pueden encontrarse en la literatura especializada están motivadas por diversas razones, siendo una de ellas el permanente progreso en el estudio de las funciones cerebrales más complejas vinculadas especialmente al lóbulo frontal, cuya arquitectura y desarrollo gozan de una exquisita complejidad.

Así, y atendiendo a este primer acercamiento a las FE, puede entenderse que la importancia de éstas, radica en reconocerlas y entenderlas como el ejecutivo que monitorea o regula el comportamiento humano, y no únicamente a nivel conductual, sino también cognitivo y hasta moral. Resultando que las FE son una temática indispensable en los procesos de aprendizaje “.....debido a que un individuo aprende en tanto sus dispositivos básicos funcionen adecuadamente; por dispositivos se reconocen los procesos cognitivos relacionados primordialmente con las FE”. (Vergara, 2008:3).

Para Barkley (1998) las FE son un conjunto de factores, ordenados y organizadores subyacentes a todas las demás actividades cognitivas, las cuales presentan un constructo único y constituido por diferentes componentes (Nancy Garon, Bryson, y Smith, 2008), y un gran número de subfunciones (Miyake et al., 2000).

Estos factores que conforman el constructo de FE, ayudados además por la gran diversidad de definiciones, han dado lugar a una gran cantidad de clasificaciones, en función del prisma bajo el que se investiguen. Así, si se tienen en cuenta las cuatro grandes aproximaciones al estudio de las FE, cognitivismo, neuropsicología contemporánea, teorías histórico-cultural y de la actividad, y de manera accesoria el conductismo, se obtienen clasificaciones como las de la Tabla 1 para la teoría cognitiva, como las de la Tabla 2 para la neuropsicología contemporánea, como las de la Tabla 3 para las teorías de las vertientes genético-cultural de la neuropsicología.

Tabla 1. Clasificaciones sobre componentes de las FE propuestos por los autores de la teoría cognitiva. Tomada de Cadavid (2008).

Autor / Grupo de Investigación	Clasificación de las FE
(Borkowski y Burke (1996)	Análisis de tareas. Control estratégico -selección y revisión. Supervisión de la estrategia
(Carlson, Moses, y Claxton (2004)	Control atencional. Respuestas motoras. Resistencia a la interferencia. Demora en la obtención de gratificación. MT. Inhibición.
(Fernandez-Duque, Baird, y Posner (2000)	Resolución conflictos. Detección y corrección de errores. Control emocional. Regulación de la memoria. Planificación.
Fuster (1989, 1990)	MT- función retrospectiva. Control de interferencia- inhibición. Procesos de anticipación- función prospectiva.
Hughes (1998)	MT. Flexibilidad atencional. Control inhibitorio. Planificación.
Torgesen (1994)	Capacidad funcional de la MT. Habilidades de procesamiento metacognitivo. Estrategias de solución de problemas y de autorregulación- como la planificación, inspección-comprobación. Esfuerzo.
Welsh y Pennington (1988)	Inhibición o demora en la respuesta para un momento futuro más apropiado. Plan estratégico -secuencia de acciones. Representación mental de tareas.
Zelazo, Müller, Frye, y Marcovitch (2003)	Flexibilidad conceptual en el sistema de reglas. Inhibición. MT.

Nota. En negrita, los componentes comunes para distintos sistemas de clasificación de la FE (referidos en mínimo tres estudios).

Tabla 2. Clasificaciones sobre componentes de las FE propuestos por los autores de la neuropsicología contemporánea. Tomada de Cadavid (2008).

Autor / Grupo de Investigación	Clasificación de las FE
Anderson (2001)	Planificación. Solución de problemas. Flexibilidad mental. Abstracción. Formación de conceptos.
Anderson, Anderson, Northam, Jacobs, y Catroppa (2001)	Control atencional: atención sostenida y selectiva. FC: MT , cambio atencional, supervisión y transferencia conceptual. Predisposición hacia metas: iniciación, planificación, solución de problemas , comportamiento estratégico.
Anderson y Doyle (2004)	Anticipación. Selección de metas. Planificación y organización. Iniciación de la actividad. Autorregulación. Flexibilidad mental. Despliegue atencional. MT. Uso de retroalimentación .
Barkley (1996)	Separación del afecto, separación de la carga emocional asociada al contenido del mensaje. Prolongación - prolonga la presencia de estímulos y su efecto al generar una representación. Internalización del lenguaje. Reconstitución - análisis y síntesis.
Barkley (2001)	MT no verbal. MT verbal. Autorregulación del afecto, motivación y actuación. Reconstitución
Biederman et al. (2004)	Atención. Razonamiento. Planificación. Inhibición. Control de interferencias. Cambio del conjunto de habilidades empleadas. MT.
Brocki y Bohlin (2004)	Inhibición. Planificación. Desarrollo de estrategias. Persistencia. Flexibilidad de acción.
Brookshire, Levin, Song, y Zhang (2004)	Mantenimiento del conjunto de habilidades para la solución de problemas. Organización del comportamiento en el tiempo. Planificación. Supervisión y autorregulación. Ajuste de acuerdo a normas sociales. Uso eficaz de estrategias. Uso de castigos y recompensas para facilitar el aprendizaje.

Brown (2006)	Activación. Focalización. Esfuerzo. Emoción. Memoria. Acción.
Capilla-González et al. (2004)	FC. Elección de objetivos. Planificación Supervisión. Uso de retroalimentación. Resolución de problemas. Formulación de conceptos abstractos. Autocontrol, Autoconsciencia
Denckla (1994, 1996)	Inhibición. Aplazamiento de la respuesta. Procesos de anticipación y Preparación para actuar- planificación. Control de interferencias. MT. Representación interna de esquemas. Representación interna de planes de acción. Estrategias activas y flexibles
Eslinger (2002)	MT. Anticipación – predicción, supervisión , detección y corrección de errores. Control de la autorregulación. Retroalimentación. Estrategia metacognitiva.
Espy et al. (2004)	MT. Flexibilidad mental. Control inhibitorio.
Gioia y Isquith (2004)	Funciones temporales retrospectivas de la MT y su habilidad para mantener en la mente información antigua mientras se procesa información nueva. Función prospectiva de los procesos de anticipación. Control de interferencias: inhibición de información y acciones.
Isquith, Gioia, y Espy (2004)	Metacognición - MT , planificación/organización. Control inhibitorio – Inhibición y control emocional. Flexibilidad – Regulación y control emocional.
Klenberg, Korkman, y Lahti-Nuutila (2001)	Inhibición de impulsos y respuestas irrelevantes. Planificación. Selección de metas. Supervisión y regulación de la actividad. Evaluación de resultados.
Lezak, Howieson, y Loring (1995)	Planificación. Comportamiento dirigido por objetivos. Volición. Desempeño efectivo: autorregulación, supervisión, corrección de errores.
Miller (2005)	Autorregulación: inhibición, flexibilidad y control emocional. Metacognición: MT, solución de problemas, monitorización.
Rennie, Bull, y Diamond (2004)	Inhibición de la acción. Inhibición de la atención: flexibilidad para redirigir el control atencional.

Senn, Espy, y Kaufmann (2004)	MT. Inhibición. Flexibilidad.
Soprano (2003)	Planificación. Organización. Anticipación. MT. Inhibición. Flexibilidad. Autorregulación. Control de la conducta.
Stuss (1992)	Anticipación. Selección de metas. Planificación. Evaluación. Supervisión del comportamiento. Funciones atencionales –selección y persistencia.
Temple (1997)	Planificación. Organización tempo-espacial del comportamiento. Empatía y consciencia social. TD. Selección de metas. Supervisión. Autoconsciencia.

Nota. En negrita, los componentes comunes para distintos sistemas de clasificación de las FE (referidos en mínimo tres estudios).

Tabla 3. Clasificaciones sobre los componentes de las FE propuestos por los exponentes de la vertiente genético-cultural de la neuropsicología. Tomada de Cadavid (2008).

Autor / Grupo de Investigación	Clasificación de las FE
Akhutina (1997)	Motivación emocional. Selección de metas. Planificación. Control y supervisión. Evaluación.
Del Río y Álvarez (1997)	Emoción / Activación. Exploración / Concentración. Decisión / Intención. Conducta voluntaria (Autorregulación de la acción). Planificación. Revisión y comprobación (auto-examen cognitivo, moral y emocional)
Luria (1995)	Atención voluntaria. Orientación hacia la acción (intención y meta). Internalización del lenguaje. Programación. Regulación. Verificación y retroalimentación.

Nota. En negrita, los componentes comunes para distintos sistemas de clasificación de las FE (referidos en mínimo tres estudios).

La revisión de estas tablas revela algunos puntos de divergencia y convergencia entre clasificaciones.

Entre las diferencias se encuentra que distintas investigaciones designan a una misma acción mental con etiquetas diferentes. Esta diversidad de nomenclatura se presenta en su mayoría con términos secundarios y difícilmente ocurre con los más decisivos, como la inhibición o MT.

Entre los puntos de convergencia encontramos dos términos que las distintas clasificaciones nos sugieren que consideremos como rasgos exclusivos del funcionamiento ejecutivo. Éstos son el adjetivo estratégico y el prefijo auto. El primero resalta la propiedad de desligar el procesamiento mental de la influencia directa de las claves externas para dirigirlo primordialmente por las intenciones, motivaciones y metas planteadas por el propio sujeto, mientras que el segundo destaca la FE como todo acto dirigido hacia la propia persona (Cadavid, 2008).

Puede observarse en las tablas previas como los procesos mentales más citados como elementos de las FE corresponden a los términos de MT, inhibición, planificación, FC, supervisión y autorregulación, sugiriendo un consenso de las distintas clasificaciones en otorgar el nivel de componentes ejecutivos a estas seis acciones mentales. Por su parte, la inhibición, planificación y MT son considerados mayoritariamente como factores esenciales para el funcionamiento ejecutivo.

Estas seis acciones mentales (ver figura 5) son definidas como:

- MT es un tipo de memoria de corto plazo que nos permite integrar percepciones instantáneas producidas en períodos cortos y combinarlas con el recuerdo de experiencias pasadas (Kandel, 2007), siendo muy útil para la realización de tareas cotidianas, así como para la reflexión y la resolución de problemas, al permitir la combinación de la información proveniente del entorno y la que esta almacenada en la memoria a largo plazo. Dentro de la MT se podría encontrar la MT verbal y la MT no verbal, siendo la MT verbal la que se conoce como habla interna (Cadavid, 2008).

- Inhibición es considerada como la habilidad para resistir a los impulsos y detener una conducta en el momento apropiado, y esta vincula estrechamente al

control atencional ya que supone dominio de la capacidad para impedir comportamientos automáticos e irrelevantes (Cadavid, 2008).

- Planificación es la encargada de organizar y programar los comportamientos, de acuerdo a objetivos intrínsecos y extrínsecos al sujeto (Cadavid, 2008).

- FC es la habilidad para cambiar rápidamente de una respuesta a otra utilizando estrategias alternativas, e implica un análisis de la propia conducta y de los resultados obtenidos (Verdejo-García y Bechara, 2010).

- Supervisión es la encargada de la autoevaluación durante y después de cualquier acto cognitivo o comportamiento emocional, siendo también la que realiza la autocorrección correspondiente en los casos en que sea necesario (Cadavid, 2008)

- Autorregulación es la que permite al sujeto supervisar su ejecución del plan durante su realización, recibiendo la retroalimentación de los resultados y consecuencias que se producen por el plan, pero, es considerada como una acción ejecutiva independiente debido a que sus funciones abarcan otros procesos psicológicos diferentes a los asociados con la planificación (Cadavid, 2008)

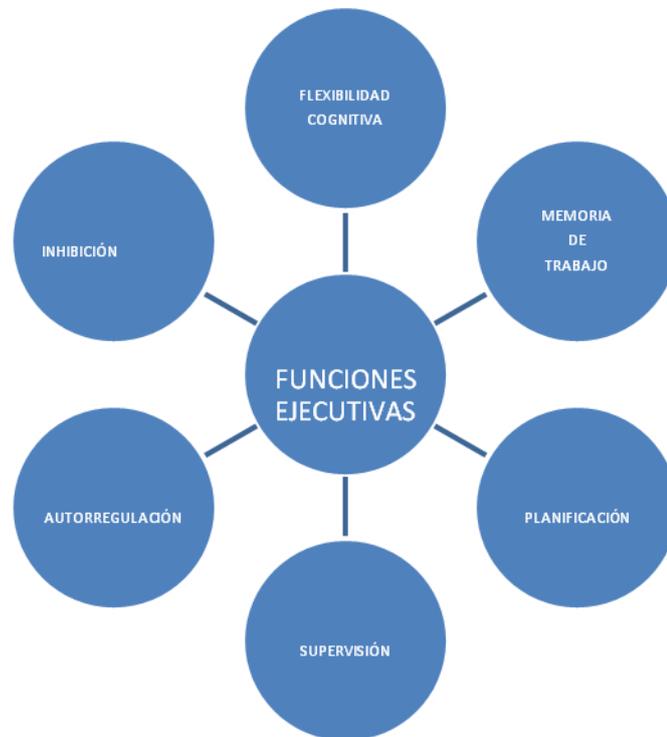


Figura 5. Acciones mentales de las FE.

Para Cadavid (2008) algunos investigadores piensan que la inhibición y la MT son procesos psicológicos independientes de la FE, pero esenciales para su adecuado funcionamiento, mientras que para otros, constituyen la FE en sí. Por su parte la FC es considerada una actividad mental de tipo ejecutivo que, según la investigación examinada, está asociada con la inhibición, MT, planificación o atención. Esta asociación parece definir la FC como una propiedad de los procesos ejecutivos antes que como un proceso de la FE. Al igual que ocurre con el adjetivo estratégico, los procesos ejecutivos deben caracterizarse por ser flexibles para optar al calificativo de FE.

Otros estudios más recientes sugieren las relaciones entre los diferentes componentes ejecutivos, tal y como describe Diamond (2016) y podemos observar en la figura 6.

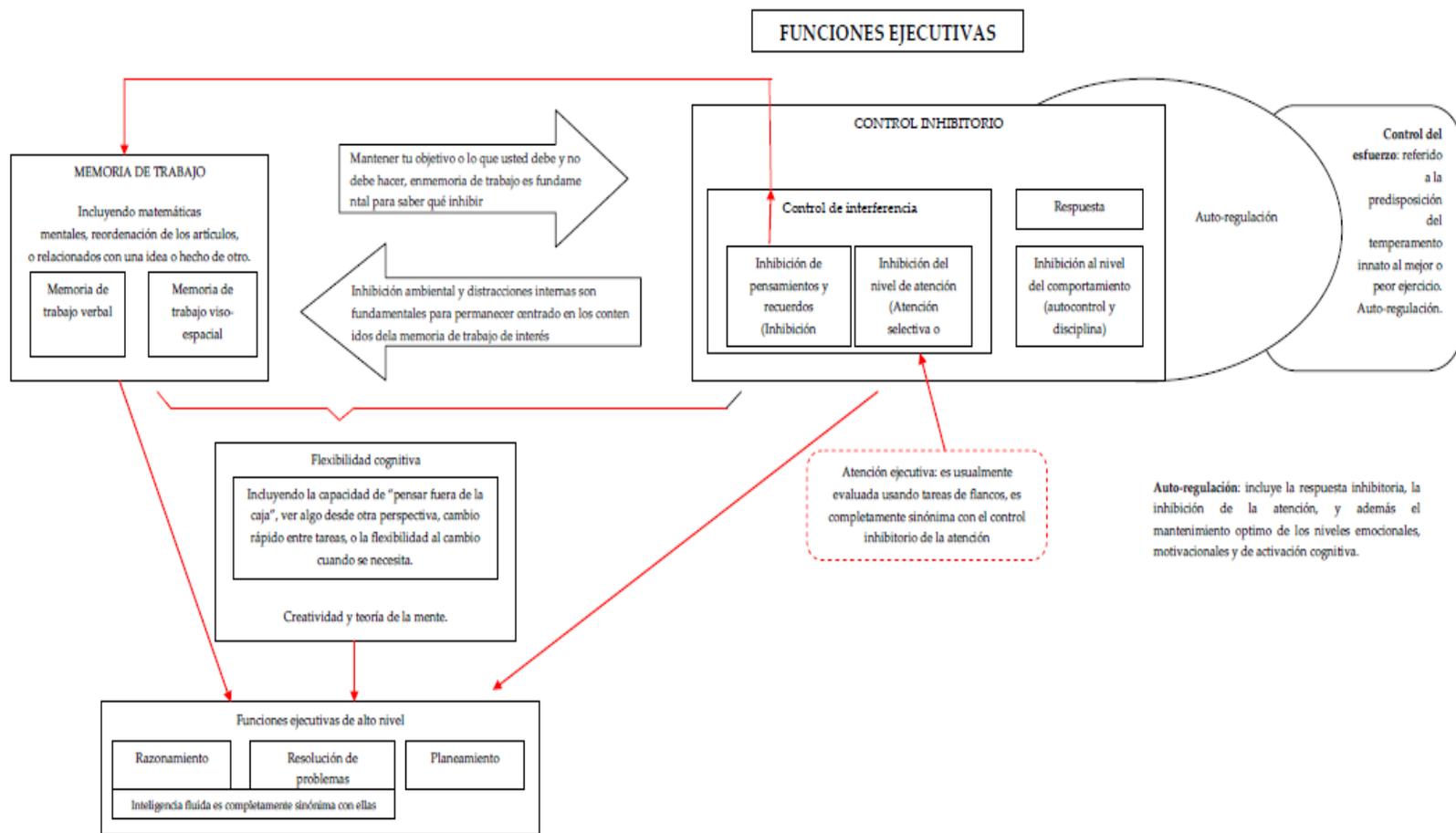


Figura 6. Los componentes que en conjunto comprenden las FE y la relación de éstas con otros conceptos relacionados.

Tras la conceptualización y análisis de la evolución de las FE y de los componentes más representativos, resulta pertinente hacer mención y delimitar aquellas áreas del cerebro que presentan una mayor activación y coordinación de todas estas subfunciones.

2.1. Neuroanatomía de las funciones ejecutivas: córtex prefrontal.

La evolución de la especie humana ha proporcionado un crecimiento desmesurado del CPF, al llegar a ser un 29% del total de la corteza (Fuster, 2002). Si se analiza la maduración de la anatomía fina del cerebro, destacan la eliminación selectiva o poda sináptica, la cual disminuye el volumen de la sustancia gris (Huttenlocher, 1979, 1994), y la mielinización, la cual favorece entre otros, el aumento del volumen de la sustancia blanca (Klingberg, Vaidya, Gabrieli, Moseley, y Hedehus, 1999). La sustancia gris en el CPF llega a su máximo sobre los 12 años (Giedd et al., 1999), comenzando su declive desde ese momento (Jernigan, Trauner, Hesselink, y Tallal, 1991; Sowell, Trauner, Gamst, y Jernigan, 2002), hasta que ya en edad adulta se estabiliza (Sowell, Thompson, Tessner, y Toga, 2001); mientras que la sustancia blanca del lóbulo frontal sigue un proceso progresivo lineal hasta los 13 años (Giedd et al.), y ello a pesar de que hasta la adultez no se logra su completo desarrollo (Stuss, 1992)

Tradicionalmente, se ha estimado que el CPF forma parte del sustrato neuroanatómico de las FE, basándose principalmente en el hecho de que sujetos con daño prefrontal ejecutan peor aquellas tareas que necesitan de la intervención de estas FE (Malloy y Aloia, 1998). Pero hoy día, existen en la literatura evidencias sobre la implicación de estructuras corticales y subcorticales en la ejecución de dichas tareas (Campo et al., 2005; Luna et al., 2001), abriendo la hipótesis de que la CPF no es el único sustrato de las FE, sino que también inciden los circuitos neurales (Campo et al., 2005; Monica Luciana y Nelson, 1998).

Para Capilla-González et al. (2004), el CPF no es el único sustrato neuroanatómico de las FE, sino que existen una amplia participación de otras áreas cerebrales. Considerándose que se trataría de un área de asociación hétéromodal, interconectada con estructuras corticales y subcorticales, y por ende, con múltiples regiones encefálicas (Jodar, 2004). De hecho autores como (Baddeley, 1998; Kassubek, Juengling, Ecker, y Landwehrmeyer, 2005; Monchi, Petrides,

Strafella, Worsley, y Doyon, 2006), demostraron a través de la neuroimagen como las estructuras posteriores del cerebro, tanto parietal como occipital, están implicadas en las FE, formando esta estructura de interconexiones, una prueba evidente del papel que las FE juegan en el control de la conducta (Capilla-González et al.)

Contrariamente, otros autores sostienen basándose en investigaciones sobre lesiones cerebrales, que el sustrato neuroanatómico de las FE radica en el lóbulo frontal, el cual tiene como misión principal la organización de la conducta, mediante diferentes señales externas e internas que promueven la regulación de las estrategias conductuales, del control del comportamiento y de la corrección de los errores propios (Fuster, 1989).

Con respecto a los elementos anatómicos del CPF, decir que se localiza concretamente en la parte anterior al córtex premotor y al área motora suplementaria (Fuster, 1989; Stuss y Benson, 1986). Autores como Price, Daffner, Stowe, y Mesulam (1990), afirman que el CPF tiene una gran relevancia tanto en las FE y especialmente en la creatividad, la solución de operaciones formales, de conducta social, TD, ética, moral y en la ejecución de tareas complejas.

En la Figura 7 se pueden observar las subregiones en las que se subdivide el CPF soendo estas el CPF dorsolateral y el córtex orbitofrontal, que a su vez se divide en lateral y ventromedial.

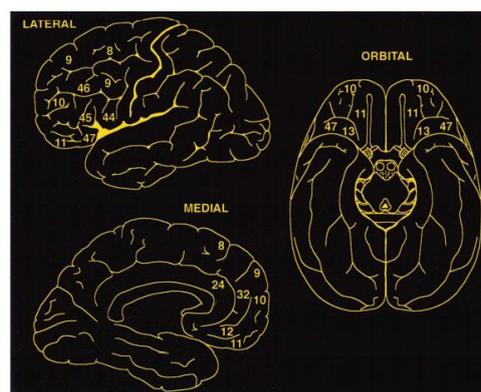


Figura 7. CPF humano, áreas y número según el mapa de citoarquitectura de Brodmann. Tomada de (Fuster, 2001).

Para Fuster (1989), basándose en las áreas Brodmann, el CPF dorsolateral estaría formado por las áreas 9, 10, 11, 12, 45, 46 y la parte superior del área 47, relacionándose de manera directa con aquellas tareas fundamentalmente cognitivas, como pueden ser a modo de ejemplo las acciones encaminadas hacia la ejecución de tareas clásicas de FE, como tareas de fluidez verbal, de planificación, de selección de metas, de FC, de MT y el autocontrol (Bechara et al., 2001).

Por su parte, el córtex orbitofrontal, aglutina las zonas ventrales de las áreas 9, 10, 11 y 12; las áreas 13 y 25 y la parte inferior del área 47 de Brodmann (Damasio y Anderson, 1993), teniendo como función la organización temporal de las acciones con un objetivo o meta y que siguen un determinada conducta, cognición y lenguaje (Fuster, 1989). Para Bechara, Tranel, y Damasio (2000), la zona lateral de este córtex orbitofrontal tiene como misión la inhibición de aquellas conductas que no se ajustan a los cánones sociales, mientras que el cortex ventromedial tiene como misión el procesamiento de aquellas señales somáticas y emocionales que guían las conductas y tomas de decisiones. Al hacer mención de señales somáticas, se está refiriendo a los sentimientos generados por las emociones tras la toma de alguna decisión o como consecuencia de dicha decisión (García, 2012). Estas áreas ventromediales están relacionadas con estructuras subcorticales, como la amígdala (Barbas, 2000), la cual está asociada a el aprendizaje emocional y con la modulación emocional de la actividad cognitiva (Phelps y LeDoux, 2005). Además, su zona medial presenta conexiones con núcleos del tronco cerebral que dirigen directamente la laringe y en base a ello controlan la modulación emocional de la expresión verbal (Barbas), así como interconecta mediante inervación con todas las demás áreas de la corteza prefrontal, encargadas fundamentalmente del funcionamiento ejecutivo y de la MT (Petrides, 2005), quedando por tanto relacionadas con la toma de decisiones en situaciones y contextos emocionales (Damasio, 2006), y en la expresión y control emocional e instintivo (Fuster, 1990, 2002).

Si nos centramos en la relación de las áreas corticales anteriormente descritas, y basado en el consenso de que tanto la dinámica como la naturaleza de las FE son entes psicológicos con una cierta base cerebral específica, y gracias a las técnicas de neuroimagen, se puede considerar que dichas FE forman un gran red neural con una organización jerárquica de sus procesos mentales, conduciendo a

pensar en una configuración donde los eslabones que la componen se encuentran distribuidos por diferentes partes del Sistema Nervioso Central, con una estructura dinámica y dispersa en la corteza cerebral. Para Anderson, Anderson, Northam, Jacobs, y Catroppa (2001) y Luria (1979), cada proceso envuelto en el correcto funcionamiento se logra gracias a la integración y sincronización de determinadas áreas cerebrales, las cuales se corresponden con los distintos componentes de las FE. De esta manera se ha encontrado una especialización de tareas asociadas a ciertas áreas cerebrales. Las activaciones observadas se distribuyen entre el área dorsal del córtex cingulado anterior, el córtex prefrontal dorsolateral, y el córtex prefrontal centrolateral (Fuentes y García-Sevilla, 2008).

El córtex cingulado anterior se ha asociado a tareas que generan conflicto. Estos procesos que se intentan inhibir pueden ser cognitivos o emocionales. Cuando la tarea genera un conflicto emocional, es decir, hay que inhibir una emoción, la activación se traslada hacia una zona más ventral. 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, Luu, y Posner, 2000). Además, ambas zonas están relacionadas de forma mutuamente inhibitoria (Drevets y Raichle, 1998). Según Fuentes y García-Sevilla (2008:116), 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”*.

Otra FE estaría relacionada con la capacidad de eliminar 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. Esta capacidad por tanto es la que nos permitiría adaptarnos a las demandas de la tarea. Algunos autores han encontrado activación en distintas áreas del CPF, tanto el parte lateral como en la superior

(MacDonald, Cohen, Stenger, y Carter, 2000). Otros autores han sugerido que el sustrato neuronal de esta función estaría en una red frontoparietal.

Por lo tanto, durante el control cognitivo que llevan a cabo las funciones ejecutivas existirían dos fases asociadas a dos áreas cerebrales diferenciadas. El cortex cingulado anterior tendría la función de detectar el conflicto, mientras que el CPF dorsolateral llevaría a cabo los procesos necesarios para la resolución del conflicto.

2.2. Teorías y modelos del funcionamiento ejecutivo.

Si se atiende a la diversidad funcional del CPF, puede afrontarse uno de los debates básicos sobre las FE, el de si constituyen un constructo unitario o por su parte se trataría de un sistema multimodal de procesamiento múltiple con diferentes componentes interrelacionados pero independientes. Actualmente los modelos de referencia en este campo, se encaminan hacia la idea del procesamiento múltiple compuesto por diversos componentes (Gilbert y Burgess, 2008; Jurado y Rosselli, 2007), aunque aún continua el debate sobre si las FE están conformadas por mecanismos unitarios funcionalmente inespecíficos, pero con una inmensa adaptabilidad, o por otra parte se conforman como una serie de procesos modulares de forma jerarquizada y especializada (Robbins, 2007; Stuss y Alexander, 2007).

A continuación se presentan unos modelos y teorías agrupados según el consenso de autores de referencia en la temática, a fin de favorecer la comprensión del estudio de las FE (Tirapu et al., 2012).

2.2.1. Modelo de constructo unitario.

Este modelo se basa en patrones de ejecución en tareas experimentales y las características demandadas en estas tareas. Encontrando las siguientes propuestas:

2.2.1.1. Teoría de la información contextual.

El contexto es un elemento clave para entender los elementos ejecutivos en sujetos con patologías cognitivas, ya que muestran problemas para representar, mantener o actualizar la información que les ofrece el contexto. Diamond y Goldman-Rakic (1989) y Fuster (1973) han corroborado dicha idea, ya que afirman que es necesaria la mediación del CPF para evitar respuestas asociadas al estímulo, y favorecer con ello ejecuciones contextualmente adecuadas.

2.2.1.2. Modelos de memoria de trabajo.

La idea teórica de MT supone la limitación de la capacidad del sistema, el cual permite tanto el mantenimiento como la manipulación temporal de la información (Tirapu et al., 2012).

Para Baddeley y Hitch (1974, 1994) la MT, conocida como memoria operativa, consiste en una memoria inmediata, utilizada para el mantenimiento y utilización de forma temporal de la información que toma parte en determinadas tareas cognitivas, tales como el lenguaje o el pensamiento entre otros. Estos autores descomponen la MT en tres partes (ver Figura 8): (i) el bucle fonológico (sistema de almacenamiento del lenguaje en la memoria inmediata); (ii) la agenda visoespacial (encargada de establecer y procesar imágenes visoespaciales) y (iii) el buffer episódico (engloba la formación fonológica, visual y espacial de manera temporal), enlazándose los tres subsistemas con la memoria a largo plazo

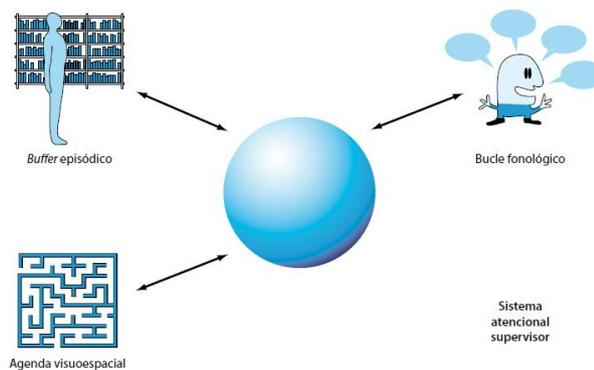


Figura 8. Memoria de trabajo. Tomada de (Tirapu et al., 2012).

Goldman-Rakic (1984, 1988) y Goldman-Rakic, Cools, y Srivastava (1998), plantean una MT basada en la arquitectura funcional del CPF, estableciendo un modelo en el que el sistema ejecutivo central se produce a raíz de la interacción de múltiples módulos de procesamiento de la información independientes, donde cada uno de ellos aglutina sus propios sistemas de control motor, sensorial y mnésico.

2.2.1.3. El factor g y el factor l.

Spearman (1928) acuñó el término factor g, referido a la inteligencia general, entendido como la habilidad para aplicar los procesos cognitivos y orientarlos hacia la resolución de tareas complejas. Por su parte, Cattell (1971) dividió dicho factor g en dos, por un lado la inteligencia fluida, la cual relaciona con la capacidad de raciocinio, el establecimiento de relaciones y solución de problemas, y por otro la inteligencia cristalizada, relacionada con el entorno, la estimulación y el aprendizaje.

Pero fue Goldberg (2002, 2006) el que sugiere el concepto de “inteligencia ejecutiva”, refiriéndose al buen desempeño del funcionamiento del lóbulo frontal,

y mencionando el factor 1, o talento ejecutivo, entendiéndolo como “ser inteligente”. Para este autor es en el CPF donde radica la capacidad de reconocer en situaciones novedosas aquellos elementos familiares, denominándolo “reconocimiento de patrones”, facilitando estos el recurrir a las experiencias previas para abordar dichos problemas. Encontrándose en el lóbulo frontal el conocimiento sobre aquello que en el pasado nos funcionó y que nos conviene hacer en situaciones futuras “soluciones ejecutivas”.

2.2.2. Modelos de secuenciación temporal.

2.2.2.1. Teoría representacional: acontecimiento complejo estructurado.

La teoría representacional trata de abordar el estudio del control ejecutivo, no entendiendo como trabaja el sistema ejecutivo, sino comprendiendo la naturaleza de las representaciones que se acumulan en el CPF. Grafman (1995, 2002) entiende esta teoría representacional como una estructura que gira alrededor del constructo “acontecimiento complejo estructurado”, el cual entiende como la agrupación de acontecimientos estructurados en un orden concreto de actividad y orientado a un objetivo. Dichos acontecimientos almacenan en el CPF la información necesaria para resolver problemas específicos. Para Grafman, los acontecimientos complejos estructurados son independientes entre ellos y se activan cuando el problema lo requiere y son sensibles a la similitud, es decir, se favorece la activación de acontecimientos asociados. Estos acontecimientos pueden estar altamente organizados, permitiendo la predicción de secuencias formadas por los eventos que lo forman.

2.2.2.2. Corteza prefrontal y organización temporal de la conducta.

LA teoría general sobre el CPF de Fuster indica que esta zona cerebral es básica para la estructuración temporal de la conducta, debido a la coordinación de tres funciones subordinadas como son: (1) una retrospectiva de memoria a corto

plazo provisional, (2) una prospectiva de planificación de la conducta, y (3) una de control y supresión de interferencias internas y externas (Tirapu et al., 2012). Posteriormente, Fuster (1989), matizó la existencia de cierta jerarquía del lóbulo frontal en la ejecución de las tareas. Para Fuster, las funciones cognitivas provienen del procesamiento de información en redes distribuidas a lo largo del córtex, las cuales forman esquemas de acción pasados y futuros, sugiriendo una organización temporal, relacionada con la percepción, la acción y la cognición, en un orden dirigido a una meta.

2.2.3. Modelos de supervisión atencional orientada a objetivos.

2.2.3.1. Modelo de control de la acción: el sistema atencional supervisor.

Norman y Shallice (1986); Shallice (1988); Shallice y Burgess (1991) formularon un modelo teórico de la atención en un contexto de la acción. Estos autores proponen un sistema estructurado, organizado y preparado para las aquellas circunstancias donde se requiera actuar. Distinguiendo entre procesos automáticos/rutinarios de los controlados/no rutinarios. Para Tirapu et al. (2012), el sistema atencional supervisor se activa al enfrentarnos a una situación novedosa y se necesita tomar una decisión, cuyo caso se activan aquellos procesos que implican un control deliberado y consciente (anticipación, selección de objetos, planificación y monitorización).

2.2.3.2. Teoría integradora de la corteza prefrontal.

Para Miller y Cohen (2001), el CPF tiene mucha relevancia en el mantenimiento de las pautas en acciones que representan objetivos y medios para alcanzarlos, esto se produce a través de conexiones recíprocas que tiene este córtex con áreas sensoriales, regiones motoras y estructuras subcorticales, viéndose favorecidas aquellas señales que conducen la actividad de manera armónica para realizar la tarea. El CPF es crucial y tiene como misión dar respuesta a situaciones donde los mapas estímulo-respuesta son frágiles, variados

o poco estables, y resulta necesario establecer metas para alcanzarlos. Esto es posible, gracias en primer lugar a la situación anatómica privilegiada, pues permite el acceso a gran cantidad de información tanto interna como externa; y en segundo lugar a la plasticidad para crear asociaciones que faciliten el aprendizaje y la maleabilidad de la conducta.

2.2.3.3. Modelo de control atencional.

Stuss, Shallice, Alexander, y Picton (1995), plantean un modelo basado en la forma en que se producen las relaciones entre los esquemas y el sistema ejecutivo. Además, entienden el esquema como la red de neuronas interconectadas que pueden ser activadas por entradas sensoriales, por otros esquemas o por el sistema ejecutivo. El núcleo de este modelo de control ejecutivo es la atención, y estos autores proponen siete funciones atencionales: mantenimiento, concentración, (supresión, alternancia, preparación, atención dividida y programación.

2.2.3.4. Teoría del filtro dinámico.

Shimamura (2000, 2002), sugiere que el CPF es el encargado de controlar y monitorizar la información, mediante el procesamiento, utilizando filtros. Este filtrado del control ejecutivo está compuesto por aspectos como (1) selección, referida a la habilidad de centrar la atención en aspectos perceptivos, (2) mantenimiento, como capacidad de continuar con la activación de la información seleccionada, (3) actualización, implicando la modulación y reordenación de la información en la MT, y (4) la redirección, como capacidad de alternar procesos cognitivos.

2.2.4. Modelos jerárquicos-funcionales de la corteza prefrontal.

2.2.4.1. Hipótesis sobre el eje rostrocaudal de la corteza prefrontal.

Christoff y Owen (2006); Christoff, Ream, y Gabrieli (2004); Christoff, Ream, Geddes, y Gabrieli, (2003) y Narayanan et al. (2005), entienden que el CPF está organizado con una funcionalidad jerárquica, pudiendo llegar a distinguir los procesos y componentes del razonamiento y asociarlo a subregiones del CPF. Así, el CPF dorsolateral se pone en marcha cuando se evalúa la información externa, y el CPF rostrolateral cuando la que es evaluada es la información que se genera internamente.

2.2.4.2. Hipótesis de la puerta de entrada.

Burges, Simons, Dumontheil, y Gilbert (2005); Burgess, Gilbert, Okuda, y Simons (2006); Burgess, Dumontheil, y Gilbert (2007); Burgess, Gilbert, y Dumontheil (2007), proponen la hipótesis de la puerta de entrada, que considera cuatro aspectos básicos e interrelacionados: (1) algunos tipos de cognición son provocados por la percepción y otros por la sensación, (2) algunas representaciones centrales se activan por ambos tipos perceptivos y sensitivos, (3) la existencia de un sistema cerebral (entrada atencional supervisora) que controle la activación interna o externa de las representaciones centrales, y (4) que la CPF rostral es vital para este mecanismo.

2.2.4.3. Modelo funcional en cascada de la corteza prefrontal.

Diversos autores (Koechlin, Basso, Pietrini, Panzer, y Grafman, 1999; Koechlin, Corrado, Pietrini, y Grafman, 2000; Koechlin, Ody, y Kouneiher, 2003; Koechlin y Summerfield, 2007), tratan de explicar la forma en el CPF sostiene las funciones complejas diferenciadamente. En este modelo el CPF está diferenciado funcionalmente a través de una organización antero-posterior, de forma que entre las funciones cognitivas menos complejas dependen de las áreas posteriores, y conforme se aumenta la complejidad van a ir dependiendo de las anteriores, formando lo que puede entenderse como una cascada del control ejecutivo.

2.2.4.4. Modelos integradores cognición-emoción: “modelos cálidos”.

Las teorías y modelos previos resultan muy teóricos y poco ecológicos, al centrarse en configuraciones clínicas, sin considerar las variables ecológicas de los sujetos (variables de carácter cognitivo y emocionales).

2.2.4.5. Hipótesis del marcador somático.

Autores como Damasio (1994, 1998); Damasio y Damasio (1995); Damasio, Tranel, y Damasio (1990, 1991), a través de la hipótesis del marcador somático trata de explicar el papel de las emociones tanto con la TD como con el razonamiento. Para Damasio, la categorización facilita la TD, pues ofrece opciones sobre resultados y conexiones y acepta que el conocimiento es posible si se cumple dos condiciones, (1) el ser capaz de utilizar la atención básica para mantener una imagen mental, descartando a otras, y (2) ostentar un mecanismo de memoria funcional básica que separe las imágenes un cierto tiempo.

Al hablar de FE o TD, entendemos que el sujeto debe de conocer parte de la situación, las opciones y consecuencias, pero el marcador somático, promueve la atención sobre las consecuencias, actuando como una señal automática (emocional) ante lo inadecuado de ciertas decisiones, dirigiendo hacia el rechazo de la acción, y guiándonos hacia diferentes alternativas. Así las FE y el marcador somático se unen en la deliberación, resultando vitales para la TD.

Por su parte, Rolls (1990, 1996, 2000), formula un modelo basado en posibilitar el aprendizaje y reaprendizaje rápidamente ante los cambios de las situaciones ambientales, promoviendo la adaptación a dichos cambios. Dicha área cerebral relaciona estímulos con recompensas y castigos, y gestiona dichas asociaciones cuando varían las contingencias ambientales, produciéndose extinciones e inversiones. La proposición de Rolls se une a la hipótesis del marcador somático en las consecuencias funcionales de la imposibilidad de actualizar representaciones afectivas y su asociación con ciertos estímulos, impidiendo que el sujeto incorpore dichas representaciones a su TD futura (Sánchez-Cubillo, Muñoz-Céspedes, y Quemada, 2004).

2.2.4.6. Teoría de la complejidad cognitiva y control.

Algunos autores como Frye, Zelazo, y Palfai (1995); Zelaz y Frye (1997); Zelazo, Müller, Frye, Marcovitch, et al. (2003); Zelazo y Müller (2002b); Zelazo y Frye (1998), sugieren que las capacidades cognitivas incrementan progresivamente conforme lo hace la complejidad de las reglas de los problemas que el sujeto puede resolver, favoreciendo la adquisición gradual del control ejecutivo, siendo estos avances posibles gracias al desarrollo biológico. Atendiendo al desarrollo de las FE y la maduración del CPF, Zelazo, Müller, Frye, Marcovitch, et al., proponen la distinción entre aspectos ejecutivos emocionales y motivacionales (FE cálidas) y los aspectos funcionales puramente cognitivos (FE frías). Para Metcalfe y Mischel (1999), ambas áreas interactúan formando una red neural crítica que permite la autorregulación de la conducta, favoreciendo el equilibrio entre ambas, la regulación del comportamiento a través de la integración entre necesidades e información exterior.

2.2.4.7. Modelos basados en análisis factoriales.

Autores como Boone, Pontón, Gorsuch, González, y Miller (1998); Busch, McBride, Curtiss, y Vanderploeg (2005); Della Sala, Gray, Spinnler, y Trivelli (1998) han utilizado el análisis factorial para el estudio del constructo de las FE, siendo los que presentan un mayor reconocimiento los de Miyake et al. (2000b); y Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, y Hegarty (2001), pues en ellos se describen tres componentes ejecutivos diferenciados pero no completamente independientes como son (1) actualización, que conlleva la monitorización, manipulación y actualización de la información online de la MT, (2) inhibición, consistente en la capacidad de inhibir aquellas respuestas preponderantemente automáticas de manera deliberada o controlada, y (3) alternancia, consistente en la capacidad de cambiar entre diferentes esquemas u operaciones mentales de manera flexible. Las investigaciones de estos autores, llevaron a suponer que

aquellas tareas con una ejecución dual, donde es necesaria la coordinación simultánea, necesitaba de una capacidad diferente de estos tres componentes ejecutivos, confirmando la evidencia de la unidad y diversidad de las FE. Estas ideas, han sido respaldadas por Fisk y Sharp (2004), los cuales no solo ratifican la existencia de estos tres componentes, sino que añaden un cuarto referido al rendimiento de la fluidez verbal como componente del acceso a la memoria a largo plazo.

Miyake et al. (2000b, 2001), estudiaron los procesos relevantes para la TD, entendiéndola como aquella capacidad para seleccionar la conducta que mejor se adapte al organismo de un conjunto de posibilidades. Siguiendo este modelo, autores como Verdejo, Aguilar de Arco, y Pérez-García (2004) y Verdejo y Pérez-García (2007), y tras estudiar a sujetos sanos y consumidores de drogas, encontraron cuatro factores del funcionamiento ejecutivo, en concreto, los tres propuestos por Mikaye et al., actualización, inhibición y cambio, y el cuarto, TD, el cual presentaba gran importancia para el componente emotivo que influía en el rendimiento y en la TD adaptativa en acciones del día a día, a través de la relación de las señales emocionales con aquellos aspectos cognitivos decisionales y las recompensas o castigos asociados.

En referencia al estudio de los componentes de las FE, se encuentran autores como Boone et al. (1998), que en sus estudios encuentra tres factores ejecutivos como la FC, la velocidad de procesamiento y la atención básica y dividida unida a la memoria a corto plazo. Busch et al. (2005), también obtiene tres componentes, pero en su caso se trata de conducta autogenerada y FC, MT, inhibición. Pineda, Merchan, Rosselli, y Ardila (2000), por su parte, hallan cuatro factores independientes, organización y flexibilidad, velocidad de procesamiento, control inhibitorio y fluidez verbal, sugiriendo estos autores que las FE son una actividad cognitiva con varias dimensiones independientes que funcionan de forma convenida para el logro de tareas complejas no automáticas.

Si se analizan aquellos estudios que emplean la técnica de la neuroimagen funcional como Collette, Hogge, Salmon, y Van der Linden (2006); Fabienne Collette et al. (2005); Simmonds, Pekar, y Mostofsky (2008) y Wager y Smith (2003), han respaldado una estructura fraccionada de las FE, observando que hay activaciones compartidas de regiones frontales laterales para ciertas tareas

ejecutivas, así como activaciones más concretas de regiones selectivas para la actualización, la inhibición o el cambio. Hay que considerar que los estudios de neuroimagen funcional aunque se tratan de aproximaciones válidas, su metodología está limitada (Wager y Smith, 2003), y no se puede establecer conclusiones con sus resultados en relación a la activación cerebral específica para un proceso concreto.

2.3. Instrumentos de evaluación de las funciones ejecutivas.

Inicialmente hacer referencia a que para la evaluación de las FE se han contemplado como medios de diagnóstico fiables y válidos a las distintas técnicas neuropsicológicas, pues entre otros aspectos cuentan con ventajas como el coste inferior con respecto otras técnicas tales como la resonancia magnética funcional, y también menos invasivos como serían las punciones lumbares para la obtención del líquido cefalorraquídeo.

Esta evaluación neuropsicológica se ha asociada a documentar el nivel de desempeño de dicha capacidad mental, así como a identificar la situación de disfunción o de ubicación de la lesión orgánica asociada (Cadavid, 2008), y si se focaliza en concreto hacia la de las FE, puede decirse que se ha encaminado tradicionalmente hacia estudios de laboratorio o clínicos, si bien en los últimos tiempos han incrementado las investigaciones que se decantan por unas evaluaciones de corte ecológico, más relacionadas con situaciones reales y cotidianas, procurando que la demanda cognitiva en ellas sean similares a las de las actividades cotidianas que puedan realizar los sujetos (Chaytor y Schmitter-Edgecombe, 2003), procurando delimitar el tamaño de los problemas reales de la cotidianeidad, y la capacidad de ser autónomo, e integrarse en actividades laborales normales (Tirapu-Ustárroz, Muñoz-Céspedes, y Pelegrín-Valero, 2002).

La evaluación neuropsicológica principalmente se desarrolla mediante pruebas o baterías psicológicas, diseñadas en base a la norma y habiendo sido probadas sus propiedades psicométricas (Forns-Santacana, Amador-Campos, y Roig-Lopez, 1993; G. Goldstein y Hersen, 1990; Kuhn, Damon, Siegler, y Lerner, 1998; Ollendick y Hersen, 1993; Slomka y Tarter, 1993), de manera que se puedan utilizar para la evaluación de las FE o bien pruebas aisladas o baterías de test que

incluyen varios subtest para cada uno de los componentes específicos asociados al funcionamiento ejecutivos. Además, esta evaluación suele incluir medidas de la inteligencia general (Borkowski y Burke, 1996; Sonuga-Barke, Dalen, Daley, y Remington, 2002), cerciorándose con ello de la total evaluación de dicho funcionamiento ejecutivo, ya que para (Grier y Gredler, 2005; Hayes, Gifford, y Ruckstuhl, 1996), cada componente o dominio específico de las FE activa distintas áreas cerebrales.

La evaluación clínica permite entender el funcionamiento del sujeto en su vida cotidiana, y además sus resultados favorecen el que se infiera o pronostique la capacidad funcional de dichos sujetos (García-Molina, Roig-Rovira, y Tirapu Ustároz, 2007), pues aunque no siempre ajustada, aporta información útil. Así puede decirse que las FE están más vinculadas a una evaluación ecológica, y otras funciones como lenguaje o praxias, lo están en menor medida.

Autores como Burgess, Alderman, Evans, Emslie, y Wilson (1998), se centraron en estudiar la validez ecológica de los test que evalúan FE, concluyendo sobre la necesidad de evaluar desde la cotidianeidad el síndrome disejecutivo por encuadrarse dentro de la conducta diaria de los sujetos, mostrándose a través de éste la capacidad de TD, de planificación y organización de tareas, la habilidades de memorización y actualización de la misma, entre otros aspectos.

En la evaluación clínica, también conocida como de laboratorio, la estructura queda establecida por el investigador, concentrándose en unas tareas determinadas, influyendo en cierto modo la motivación de éste, pudiendo existir cierta contaminación al estar los resultados condicionados a la persistencia de los estímulos o al ambiente protector, entre otros elementos (Acker, 1990).

Sin embargo, en la evaluación ecológica es habitual que los sujetos deban completar tareas sin estructurar, abiertas y/o espontáneas, donde la flexibilidad a la hora de su desarrollo adquiere importancia, teniendo similitud a las tareas del día a día, sin que los estímulos sean constantes y donde la finalización de la tarea dependa del sujeto y de sus inseguridades y miedos al fracaso condicionen su TD.

Investigadores como Wong (2012) se han centrado en evaluar a los sujetos bajo un ambiente neutral, bajo la simple observación y sin influencia de factores contextuales, buscándose una operación ejecutiva “in vivo”, con el menor número de contaminaciones. Para esta autora las pruebas de laboratorio presentan sesgos,

ya que algunas de dichas pruebas fueron creadas en sus orígenes para la evaluación de otros aspectos, no existiendo acuerdos definitivos sobre que componente mide cada prueba (Álvarez, 2009), sugiriendo que las pruebas empleadas suelen activar varios de los componentes de las FE simultáneamente (Miller y Cummings, 1998).

A pesar de todo esto, la evaluación de las FE presenta grados considerables de buenas prácticas experimentales, con lo que da fortaleza a su validez y confiabilidad, ello a costa de alejarse de las conductas ejecutivas en la vida cotidiana. Sin embargo, la evaluación en laboratorio resulta imprescindible para la investigación para el acercamiento al estado de los componentes de las FE en un tiempo determinado (Álvarez, 2009).

En base a las ideas previas, cabe cuestionarse la validez ecológica de los test neuropsicológicos de corte clínico, resultando fundamental la existencia de una relación entre dichos test evaluativos, la vida real de los sujetos evaluados y el material evaluador en sí mismo, pues esto permitiría unos más fiables y válidos resultados con respecto al funcionamiento real del sujeto en su vida.

La dificultad que engendra la evaluación de las FE, ha conducido a la utilización de pruebas, ejercicios o baterías de test neuropsicológicos que permitan la detección de déficits ejecutivos en ambientes clínicos, si bien en los últimos tiempos se han ido diseñando y validando unos instrumentos novedosos que tienden a unas evaluaciones más ecológicas.

Aunque resulta difícil encontrar herramientas que evalúen completamente el sistema ejecutivo, si que tienden a centrarse en determinados componentes o aspectos del constructo ejecutivo. Así, se hallan herramientas para evaluaciones principalmente cognitivas y otras que se decantan por evaluaciones de las FE. Teniendo en cuenta los distintos procesos y tiempos evolutivos de las FE, se ha de considerar la necesidad de una amplia variedad de herramientas que permitan la evaluación de los componentes ejecutivos (Smidts, Jacobs, y Anderson, 2003).

Tradicionalmente tanto para la evaluación de las FE de niños y adultos se han utilizado idénticas herramientas neurocognitivas, aunque eso sí, adaptadas (Bull, Espy, y Wiebe, 2008; Carlson, 2005), siendo diversos los autores que se han encargado de esta labor.

Una amplia variedad de autores como Anderson (2001); Ardila, Pineda, y Rosselli (2000); Carlson (2005); Cepeda, Kramer, y Gonzalez de Sather (2001); Denckla (1994); Espy y Kaufmann (2002); García (2012); Soprano (2003); Zelazo y Müller (2002b) han analizado distintas herramientas de evaluación de las FE, quedando agrupadas algunas de las más relevantes en la Tabla 4, donde además se incluyen aquellos test con los que se va a evaluar a los sujetos de los estudios 2 y 3. En dicha tabla puede observarse la gran variedad de nomenclatura en estas herramientas, pues cada investigación se utilizan tareas específicas, y en un número variable de cantidad, dificultando la homogeneización de aquellos factores interrelacionados, tales como la gran producción de tareas y baterías psicológicas para la evaluación tanto específica como general de las FE, la diversidad de teorías y modelos que tratan de explicar el funcionamiento y estructura de las FE, y la escasez de consenso entre investigadores para la creación de protocolos generales donde se especifique proceso y herramientas de evaluación para las FE (Cadavid, 2008). De ello, se deriva la dificultad evaluativa de las FE, al existir cierto solapamiento y múltiples interpretaciones para idénticas respuestas (Gnys y Willis, 1991), y añadiendo además la existencia de diferentes herramientas para evaluar según la edad del sujeto (Carlson, 2005; Rothbart, Posner, y Kieras, 2008).

Atendiendo a estas circunstancias, se puede decir que no existe una herramienta de evaluación que permita valorar el total de componentes de las FE, lo que conlleva la necesidad de utilizar o bien baterías de test fijas o flexibles (Drake, 2007), complicando la valoración de dicha evaluación puesto que no se corresponde concretamente con cada componente a medir (Miyake et al., 2000).

Tabla 4. Tareas de evaluación de FE en escolares. (Anderson, 2001; Alfredo Ardila, Pineda, y Rosselli, 2000; Carlson, 2005; Cepeda, Kramer, y Gonzalez de Sather, 2001; Denckla, 1994; Espy y Kaufmann, 2002; García, 2012; Soprano, 2003; Zelazo y Müller, 2002b)
Pruebas con validez ecológica (*) (Chan, Shum, Touloupoulou, y Chen, 2008).

Herramienta	Autor	Aspecto evaluado	Rango edad recomendada
WCST (Wisconsin Card Sorting Test)	(Grant y Berg, 1948)	Razonamiento abstracto y habilidad para cambiar estrategias y respuestas	Desde los 6 años y 6 meses a los 89 años
TMT (Trail Making Test)	(Reitan, 1958)	FC	de 6-15 años
Paradigma de ejecución-no ejecución(go-no go): Test de tapping de Luria	(Luria, 1980)	Inhibición	De los 3-6 meses hasta los 7 años
Torre de Hanoi	(A. Newell y Simon, 1972)	Planificación y velocidad de respuesta	Desde 6 años
MFFT 20 (Test de emparejamiento de figuras conocidas)	(Cairns y Cammock, 1978)	Estilo cognitivo reflexivo-impulsivo	De 7 a 21 años
* Cognitive Failures Questionnaires	(Broadbent, Cooper, FitzGerald, y Parkes, 1982)	Fracaso cognitivo en las actividades de la vida diaria.	Adolescentes y adultos
CVLT (California Verbal Learning Test)	(Delis, Kramer, Kaplan, y Ober, 1987)	Fluidez verbal y MT	De 16 a 89 años

Test de fluidez verbal (oral y escrita)	(Chevrie-Muller, Simon, y Fournier, 1997; Kirk, McCarthy, y Kirk, 1986; McCarthy, 1988; Mendilaharsu, 1981; Semel; Wiig; Secord, 1998; Spreen, y Strauss, 1998)	Fluidez semántica	De 2 años y medio a 22 años
COWAT (Controlled Oral Word Association Test)	(Benton y Hamsher, 1989)	Inhibición de respuesta	Adolescentes y adultos
Test de fluidez visual: Test de fluidez de diseños, de Jones-Gotman y Milner	(Jones-Gotman, 1990)	Fluidez semántica	De 5 a 12 años
Test STROOP (Test de palabras y colores)	(Golden, 1994)	Resistencia a la interferencia	de los 7 a los 80 años
Subpruebas NEUROPSI	(Ostrosky-Solís, Ardila, y Rosselli, 1999)	Fluidez fonológica, FC	
Paradigma de ejecución-no ejecución (go-no go): Tareas 'noche-día'	(Gerstadt, Hong, y Diamond, 1994)	Inhibición	De 3 años y medio a 7 años
Test de fluidez visual: Test	(Lezak, 1995)	Fluidez semántica	De 6 a 12 años

de los cinco puntos de Regard			
Torre de Toronto	(Lezak, 1995)	Planificación y velocidad de respuesta	Desde 6 años
Test de senderos en color (Color Trails), Test de usos de objetos, Test de usos alternativos	(Lezak, 1995)	FC	Sujetos analfabetos y facilita, a su vez, la realización de estudios transculturales
CANTAB Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery	(Huppert, Bravne, Paykel, y Beardsall, 1995)	FC, estrategias de planificación, formación de conceptos, organización de acciones.	De 4 a 90 años
Gift Delay	(Kochanska, Murray, Jacques, Koenig, y Vandegest, 1996)	Inhibición	De 2 a 4 años y medio
Backward Digit Span	(Davis y Pratt, 1996)	MT	De 3 a 5 años
BSAT Brixton Spacial Awareness Test.	(Burgess y Shallice, 1997)	Detección de reglas	Adultos
Test de Bender	(Bender, 1997)	Atención, perseveración	A partir de 4 años
HSCT (Hayling Sentence Completion Test)	(Burgess y Shallice, 1997)	Planificación, secuenciación y asignación de estrategias	De adolescentes a adultos
NEPSY (Developmental Neuropsychological Assessment)	(Korkman, Kirk, y Kemp, 1998)	Planificación y control de impulsos	De 5-12 años.

Paradigma de ejecución-no ejecución(go-no go): Test de golpeteo	(Korkman et al., 1998)	Inhibición	de 5 a 12 años
Count and Label	(A. C. Gordon y Olson, 1998)	MT	De 1 año y medio a 4 años
Laberintos de Porteus y laberintos del WISC III	(Cayssials, 1998; Porteus, 1965; Wechsler, 1994)	Planificación e impulsividad	A partir de los 3 años, hasta adultos
Test de fluidez visual: Test de fluidez de diseños, de Korkman et al	(Korkman et al., 1998)	Fluidez semántica	De 5 a 12 años
* DEX (Dysexecutive Questionnaire)	(Burgess et al., 1998)	Inhibición, MT, afecto positivo y negativo, intencionalidad	Adultos
Multilocation Search	(Zelazo, Reznick, y Spinazzola, 1998)	MT, FC	2 años
BADS (Behavioral Assessment of the Dysexecutive Syndrome)	(Burgess et al., 1998)	FC, planificación, comportamiento dirigido a una meta, habilidades de estimulación e inhibición de respuesta.	De 16 a 87 años
Hand Game	(Hughes, 1998b)	MT, FC, atención y control inhibitorio	De 3 a 4 años
Test de emparejamiento de	(Albaret, Benesteau, y	Impulsividad	entre 7 años y 6 meses y

imágenes	Marquet-Doleac, 1999)		14 años y 5 meses
Snack Delay	(Kochanska, Murray, y Harlan, 2000)	Inhibición y atención	De 2 a 3 años
BRIEF, BRIEF-2, BRIEF-SR Behavior Rating Inventory of Executive Function	(Gioia, Isquith, Guy, y Kenworthy, 2000)	Inhibición, cambio, control, iniciativa, MT, planificación, orden y control emocional.	De los 5 a los 18 años
Spatial Conflict	(Gerardi-Caulton, 2000)	Atención	A partir de 2 años
EMIC (Escala Magallanes de impulsividad computarizadas)	(Servera y Llabres, 2001b)	Estilo cognitivo de 'reflexividad-impulsividad'	6-11 años y superiores
Grass/Snow	(Carlson y Moses, 2001)	Inhibición	De 3 a 4 años
TOL (Tower of London)	(Culbertson y Zillmer, 2001)	Planificación, organización y velocidad de respuesta.	de 7-15 años
D-KEFS (Delis-Kaplan Executive Function System)	(Delis, Kaplan, y Kramer, 2001)	Flexibilidad inhibición, resolución de problemas, planificación, control de impulsos, formación de conceptos, pensamiento abstracto y creatividad.	De 8 a 89 años
KRISP (Kansas Reflection-Impulsivity Scale for	(Carlson y Moses, 2001; Wright, 1971)	Estilo cognitivo reflexivo-impulsivo en niños preescolares	De 3 a 4 años

Preschoolers)			
EMIC (Escala Magallanes de impulsividad computarizada)	(Servera y Llabres, 2001a)	Impulsividad	De 6 a 10 años
Motor Sequencing	(Carlson y Moses, 2001; Welsh, Pennington, y Groisser, 1991)	Inhibición	De 3 a 4 años
* NAT (Naturalistic Action Test)	(Schwartz, Segal, Veramonti, Ferraro, y Buxbaum, 2002)	Planificación y control de impulsos	De 18 a 80 años
* FrSBE (Frontal Systems Behavior Scale)	(Grace y Malloy, 2002)	Inhibición, control emocional, organización y acciones dirigidas a una meta	Adultos
C-BADS (Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome in Children)	(Emslie, Wilson, Burden, y Wilson, 2003)	FC, planificación, comportamiento dirigido a una meta, habilidades de estimulación e inhibición de respuesta.	De 8 a 89 años
CMAT (children's multiple activities task)	(McInerney y Kerns, 2003)	Flexibilidad inhibición, resolución de problemas, planificación, control de impulsos, formación de conceptos, pensamiento abstracto y creatividad.	De 8 a 89 años
DCCS (Dimensional	(Frye et al., 1995; Zelazo et	TD	3-4 años

Change Card Sort)	al., 2003a)		
* Assessment of Motor and Process Skills	(Fisher, 2003)	Habilidades y procesos motores.	
Reverse Categorization	(Carlson, Mandell, y Williams, 2004)	Inhibición, atención e impulsividad	De 2 a 3 años
Children's Gambling Task	(Kerr y Zelazo, 2004)	TD y control emocional	3-5 años
Hungry Donkey Task	(Crone y van der Molen, 2004)	TD para niños	De 8 a 18 años
Delay of Gratification Task	(Prencipe y Zelazo, 2005)	TD	De 3 a 4 años
GDT (Game of Dice Task)	(Brand et al., 2005)	TD bajo riesgo explícito	Adultos
ENFEN (Evaluación de las Funciones Ejecutivas de Niños) (Fluidez, Senderos, Anillas e Interferencia)	(Portellano, Martínez, y Zumárraga, 2009)	Planificación, inhibición, MT, FC	De 6 a 12 años

A pesar de la amplia variedad de tareas y baterías para la evaluación de las FE, pueden observarse determinadas limitaciones en cuanto a la aplicación e interpretación de éstas, guiando a los investigadores hacia propuestas alternativas de evaluación como pueden ser aquellas que pretenden la evaluación de las FE como procesos cognitivos encaminados hacia el afrontamiento de situaciones novedosas y la regulación de la conducta, donde se simulan situaciones reales y el sujeto debe resolverlas, para su evaluación se mide la variación de sus componentes y la variación de la ejecución estableciendo el ajuste del comportamiento ejecutivo (Borkowski y Burke, 1996; Burgess et al., 1998; Klimkeit, Mattingley, Sheppard, Farrow, y Bradshaw, 2004).

2.4. Evolución y desarrollo de las funciones ejecutivas.

Si se entiende que las FE confluyen en un sistema cerebral-mental, referido a un único proceso psicológico, puede decirse que conforme se desarrolla el sistema fisiológico y neuroanatómico ira progresando el sistema cognitivo. Esta idea cerebro-mente es una de las más extendidas dentro de los estudios de las FE que tratan de explicar el funcionamiento ejecutivo (Cadavid, 2008)

Para Risser y Edgell (1988) este desarrollo cerebral entendido como crecimiento y establecimiento de normas y pautas de organización y especialización de respuestas a estímulos ambientales da soporte a la evolución cognitiva, incluyendo tanto procesos generales como específicos (Goldstein y Reynolds, 1999; Kail, 2007; Pinkston, 2004).

A continuación se describirán las distintas fases de desarrollo de las FE:

FE en la infancia.

El interés por el estudio del desarrollo de las FE a edades tempranas se ha incrementado en los últimos tiempo, debido a investigaciones como las de Diamond (2002) y Zelazo y Müller (2002) en las que se estableció la relación entre el desarrollo de las FE y del CPF, siendo este una de las partes cerebrales que mas rápido se desarrolla. Por su parte, Papazian, Alfonso, y Luzondo (2006), establecen que hasta los 8 años de edad el aumento del volumen de la corteza

cerebral es lento, que entre los 8 y los 14 años este crecimiento cerebral es más rápido, y que a la edad de los 18 años se estabiliza. Así, y a la vista de diversas investigaciones se puede decir que los elementos que componen las FE van surgiendo a lo largo de la vida, apareciendo algunos de dichos componentes en la infancia (Hughes, 1998a; Senn et al., 2004), otros en la preadolescencia (Huizinga, Dolan, y Van der Molen, 2006; Lehto, Juujärvi, Kooistra, y Pulkkinen, 2003), también aparecen en la juventud (Miyake et al., 2000) y algunos se desarrollan ya en edades adultas (Fisk y Sharp, 2004; Zelazo, Craik, y Booth, 2004).

FE en la primera infancia (de 0 a 5 años).

En los primeros meses de vida, los neonatos inician a ejecutar acciones de autocontrol elementales, como la inhibición de comportamientos que le impidan alcanzar su objetivo o actuaciones que permitan el ajuste del comportamiento en relación con los estímulos externos, resultando estos frágiles y variables. A partir del año y medio, el autocontrol puede dirigirse al mantenimiento de una acción para lograr una meta con una estabilidad mayor (Isquith et al., 2004; Kochanska y Murray, 1997; Tamm, Menon, y Reiss, 2002; Welsh, 2002), mejorando el control inhibitorio, la atención y la impulsividad ante estímulos ambientales. Por su parte la MT surge sobre los 8 meses, permitiendo la permanencia del objeto en la mente así como la capacidad para coordinar medios y fines (Capilla-González et al., 2004).

Estos 5 primeros años de vida son vitales para las FE (Garon, Bryson, y Smith, 2008), pues las FE comienzan a adquirirse desde los 12 meses de edad, desarrollándose paulatinamente desde ese momento, y encontrándose 2 picos en esa evolución, uno a los 4 años y otro a los 18 años, momento este último en el que las FE se estabilizan y da comienzo su declinación (Diamond, 2002), para esta autora, a partir de los 3 años los niños comienzan a ser capaces de anticipar y prever dificultades, y a los 4 años pueden mantener información e inhibir respuestas habituales.

FE en edad escolar (de 6 a 12 años).

Entre 6 y 8 años es el periodo de mayor desarrollo de las FE (Anderson, 2002; Golden, 1981; Matute et al., 2008). En principio estas FE permiten desarrollar tareas sencillas, y con el paso del tiempo y vivencia de experiencias evolucionando los procesos mentales permitiendo la ejecución de tareas complejas (Welsh, 2002).

Para Diamond (2002) a los 6 años los niños ya son capaces de planificar tareas simples y desarrollar estrategias, evolucionando el pensamiento de la percepción hacia la lógica entre los 6 y 10 años, potenciándose además la capacidad de inhibición, sobre todo la de la conducta (Brocki y Bohlin, 2004). Entre los 7 y 9 años aumenta considerablemente la FC, de la capacidad de ajustarse a objetivos y del procesamiento de la información, de 9 a 12 años mejoran su inhibición y su capacidad de monitorizar y regular sus acciones, y a los 10 años tienen buena capacidad de inhibición de estímulos distractores, alcanzando a los 11 años niveles de inhibición similares a los del adulto (Anderson, 2002).

FE en la adolescencia.

La adolescencia es un término confuso empleado en la literatura para una amplia gama de personas de diferentes edades. Es muy difícil determinar un límite de edad exacta para esta fase, debido a las grandes diferencias inter individuos de los adolescentes, pero desde un enfoque práctico puede afirmarse que la adolescencia oscila entre los 10 años de edad a 22 años de edad, con una subdivisión de la adolescencia temprana (10-13 años), la adolescencia media (14 a 18 años) y la adolescencia tardía (19-22 años) (Wit, Slot, y Aken, 2004). 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 FE con la adolescencia (Best y Miller, 2010; Jurado y Rosselli, 2007), y menos son aún las que las relacionan con adolescentes sanos, pudiendo deberse

esta circunstancia a que el estudio de las FE 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 FE (Álvarez, 2009). De la obra de autores como Best y Miller (2010); Best, Miller, y Jones (2009); Blakemore, Burnett, y Dahl (2010); Crone, Zanolie, Van Leijenhorst, Westenberg, y Rombouts (2008); Crone (2009); Crone y Dahl (2012); Jurado y Rosselli (2007); Shing, Lindenberger, Diamond, Li, y Davidson (2010) y Vigil et al. (2011) se sugiere que la complejidad de las FE en adolescentes es debida 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 FE se produce un solapamiento flexible de las estructuras; por su parte los componentes de las FE 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 FE, 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, y 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).

Momentos de desarrollo de las FE.

Los componentes de las FE se desarrollan de diferentes maneras y a distintas edades, así la investigación ha encontrado que: - La MT comienza su desarrollo entre los 4 y 8 años de edad (Diamond, 2002) y se potencia con la edad (Luciana y Nelson, 1998), llegando a su máximo alrededor de los 11 años (Casey, 1992).

- La FC surge entre los 3 y 5 años (Espy, 1997), se desarrolla considerablemente entre los 7 y 9 años (Anderson, 2002; Zelazo y Frye, 1998), y continua desarrollándose hasta la adolescencia (Davidson, Amso, Anderson, y

Diamond, 2006; Huizinga et al., 2006). La planificación surge y evoluciona rápidamente entre los 5 y 8 años (Romine y Reynolds, 2005), alcanzando los niveles de un adulto a los 12 años (Welsh et al., 1991). La fluidez verbal, es la última FE que aparece en los niños (Jurado y Rosselli, 2007), surgiendo alrededor de dos momentos, los 8 y los 12 años, llegando a niveles de adulto sobre los 14 o 15 años (Matute, Rosselli, Ardila, y Morales, 2004). La TD, comienza en edad preescolar (Prencipe y Zelazo, 2005), siendo más específica entre los 6 y 12 años, aumentando entre los 13 y 15 años y alcanzando su punto álgido entre los 18 y 25 años (Bechara, Damasio, Tranel, y Damasio, 2005).

A modo de resumen, en la Tabla 5, se puede visualizar un resumen del desarrollo de las FE en los niños, el cual comienza en los primeros meses de vida y finaliza en el periodo de adolescencia, mostrando un periodo cumbre entre los 6 y los 8 años (Passler, Isaac, y Hynd, 1985).

Tabla 5. Desarrollo de las FE. Tomada de (García, 2012).

Edad	Desarrollo de las FE
6 meses	Empiezan a ser capaces de recordar representaciones simples.
8 meses	Búsqueda de objetos deseados.
12 meses	Comienzo de la adquisición de las FE.
3 años	Inhiben conductas instintivas, con errores de perseveración. Comienza a incrementarse la habilidad de inhibir decisiones desventajosas (Kerr y Zelazo, 2004). Comienzan a anticipar y prever dificultades.
4 años	Primer pico importante en el desarrollo. Entra en juego la memoria operativa, mantienen información e inhiben respuestas. Aumento de la capacidad de tomar decisiones con un componente afectivo.
6 años	Mejora de la capacidad de inhibición de conductas. Son capaces de planificar tareas de modo simple y desarrollar estrategias. Empiezan a guiarse por la lógica y no por la percepción en lo referido al pensamiento. Incremento en el

	desarrollo de la capacidad de tomar decisiones y del control emocional.
5-8 años	Incremento de la memoria de reconocimiento, formación de conceptos y atención selectiva. Habilidades de planificación y organización.
7-9 años	Desarrollo de la FC, dirigir actividades hacia una meta u objetivo concreto y procesamiento de la información.
9 años	Capacidad de monitorizar y regular acciones. Comienza un incremento en la MT espacial (Klingberg, Forsberg, y Westerberg, 2002).
10-12 años	Maduración de la capacidad de inhibición, FC y MT.
11 años	Adquisición del nivel de inhibición como el del adulto.
11-13 años	Periodo de afianzamiento y maduración del control ejecutivo.
18 años	Segundo pico importante en el desarrollo.

2.5. Diferencias individuales en las funciones ejecutivas.

Tras describir las etapas sensibles de desarrollo de cada uno de los componentes de las FE, 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.

2.5.1. Factores genéticos

En la literatura se han relacionado algunas variables de la personalidad con las FE (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 y Lynam, 2001) y se ha sugerido un vínculo entre la extroversión y la MT (Liebermann, 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 y Rothbart, 2000). Tiene sus bases cognitivas en las FE o el sistema de atención anterior (Fan, McCandliss, Sommer, Raz, y Posner, 2002; Posner, y DiGirolamo, 1998). Un enfoque reciente considera el control atencional temperamental similar al control ejecutivo (Zhou, Zhang, Chen, Wang, y 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, y Posner, 2001). Otros estudios han encontrado que variaciones en genes que influyen en la cantidad de dopamina disponible en la CPF, explican parcialmente las diferencias individuales en la capacidad de atención ejecutiva (Congdon, Lesch, y 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, y Tang, 2007). Todo ello indica que las FE tienen un importante componente hereditario (Rueda, Conejero, y Guerra, 2016).

2.5.2. Factores ambientales.

Los resultados de estudios con técnicas de neuroimagen y conductuales, demuestran que las FE se van desarrollando durante la infancia a un ritmo rápido y durante la adolescencia a un ritmo más lento (Macedonia y Repetto, 2017), lo que sugiere que esta etapa es un período de alta plasticidad y maleabilidad sensible al desarrollo, incluyendo los cambios de origen ambiental (Buttelmann y Karbach, 2017). Éstos incluyen el estatus socioeconómico, 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, y 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, y Farah, 2007).

2.5.2.1. Relación entre rendimiento cognitivo y actividad física.

Que la práctica de AF conduce a beneficios cognitivos ha sido estudiado y evidenciado en múltiples ocasiones (Best y Miller, 2010; Chang, Labban, Gapin, y Etnier, 2012; Hillman et al., 2008; Tomporowski, Davis, Miller, y Naglieri, 2008), hallando una mayor influencia sobre las FE (Colcombe y Kramer, 2003; Tomporowski, Lambourne, y Okumura, 2011). Lo que ha llevado a Tomporowski, McCullick, Pendleton, y Pesce (2015) ha afirmar que el movimiento de los niños y jóvenes durante el desarrollo físico y mental es fundamental.

De las revisiones de Best (2010); Fedewa y Ahn (2011); Pesce (2012) y Tomporowski et al. (2015), se extrae que la AF aeróbica influye en las FE, si bien su impacto no es similar para cada uno de los componentes, hallando diferentes sensibilidades en función de la individualidad de los sujetos.

Estas FE, tienden a seguir un patrón cronológico, apareciendo en la infancia y adolescencia, estabilizándose en la etapa adulta y desacelerándose con el paso de la edad, tal y como se ha tratado previamente (Anderson et al., 2001; Ardila, Rosselli, Matute, y Guajardo, 2005; Gómez y Ostrosky, 2006). Aunque autores como Ardila, Ostrosky-Solis, Rosselli, y Gomez (2000) o Gómez-Pérez y Ostrosky-Solís, consideran que la etapa referida a la escolaridad es más significativa para los procesos cognitivos que la edad.

Para Diamond y Lee (2011), hay suficientes evidencias que indican que la AF mejora el rendimiento cognitivo, incluso cuando los sistemas del cerebro y las FE están en fase de desarrollo, tal como sucede en los periodos de escolaridad (Best y Miller, 2010; Davis et al., 2011; Guiney y Machado, 2013; Verburgh et al., 2014).

Con la idea de que la capacidad cerebral puede variar sus interconexiones neuronales, gracias a su plasticidad, Thayer, Newman, y McClain (1994), estudio como la AF incrementaba la secreción del factor neurotrófico cerebral (BDNF), una neurotrofina relacionada con el factor de crecimiento del nervio, localizada principalmente en el hipocampo y en la corteza cerebral. Esta relación entre el factor neurotrófico cerebral y la AF se debe a la secreción del músculo del factor de crecimiento IGF-1, el cual es similar a la insulina, y su inmersión en el torrente sanguíneo, alcanzando al cerebro y estimulando la producción del factor neurotrófico cerebral.

En este sentido, Sibley y Etnier (2003) hicieron un análisis de la relación entre procesos cognitivos y AF, exponiendo los beneficios que tiene para el desarrollo cognitivo de los niños, la práctica de AF regularmente. Algunos estudios transversales al respecto como los de Dwyer, Sallis, Blizzard, Lazarus, y Dean (2001) permitieron evidenciar relaciones significativas entre la aptitud física y el rendimiento cognitivo. Investigadores japoneses (BrainWork, 2002) aplicaron a personas sedentarias un programa de entrenamiento físico, consistente en 30 minutos de carrera moderada, obteniendo tras finalizar dicho programa mejores rendimientos cognitivos tanto en atención, control inhibitorio y MT.

Siguiendo esta tendencia, en la literatura reciente se pueden encontrar diferentes investigaciones que confirman esta idea. Así, Alesi et al. (2014), al estudiar a 39 niños karatecas comprobaron como la práctica regular de esta AF mejoraba el rendimiento cognitivo, la MT y la planificación. En esta línea, Syväoja et al. (2014) examinaron la incidencia de la práctica de AF moderada-vigorosa habitual en 224 niños de 12 años, hallando como se mejoraba la MT y la atención en comparación con otros sujetos de características similares sedentarios. Resultados análogos obtuvieron van der Niet et al. (2014), a examinar la relación entre la práctica de AF y el rendimiento cognitivo, concluyendo que cuanto mayor era el volumen de AF mayores eran los niveles de FE. Por su parte, Kamijo et al. (2015), estudiaron la relación entre los niveles de capacidad aeróbica en

niños con la capacidad inhibitoria, obteniendo una relación directa y positiva entre ambas variables. Kao et al. (2016), también estudiaron la relación de la capacidad aeróbica y la aptitud muscular con la MT, descubriendo también una relación directa positiva entre dichas variables. Otros autores como Scudder et al. (2016), en su estudio longitudinal, matizaron estas tendencias, al investigar como afectaban los cambios de la capacidad aeróbica al rendimiento cognitivo en niños, obteniendo resultados en la línea de los estudios previos, con mayores rendimientos cognitivos cuanto mayores eran los niveles de condición física, pero destacando que al inicio del estudio cuanto mayor era la capacidad aeróbica mayores eran los niveles inhibitorios, si bien trascurridos tres años dicha capacidad aeróbica se relacionó con mayores niveles de MT. Otros autores como Ishihara et al. (2017), evaluaron la relación entre condición física, género y el componente ejecutivo FC en ni los deportistas, hallando que esta relación era directa y positiva únicamente para los varones.

Pero no todos los estudios han encontrado esta relacion positiva. Autores como Pluncevic-Gligoroska et al. (2010), tras comprobar la relación entre la cantidad de AF semanal y el rendimiento cognitivo en 90 personas de entre 16 y 35 años, concluyeron que cuanto mayor era la cantidad de AF menores eran las velocidades de reacción cognitiva. Asimismo, Pindus et al. (2016), tras evaluar la asociación entre el control cognitivo y la práctica de AF moderada-vigorosa en 74 niños, no lograron hallar atisbos de dicha relación, concluyendo que cuanto mayor era la capacidad aeróbica menor era la MT.

2.5.2.2. Entrenamiento de las funciones ejecutivas.

Todo lo anterior permite pensar que las FE son habilidades cognitivas generales que podrían ser mejoradas con intervenciones sistemáticas en edades pre-escolares y escolares (Rueda et al., 2016). Así se puede encontrar en la literatura tres grandes enfoques para desarrollar dichas capacidades (Karchach y Unger, 2014): el entrenamiento cognitivo; el entrenamiento mediante neurofeedback (Enriquez-Geppert, Huster, y Herrmann, 2017); y el entrenamiento basado en ejercicio físico. 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 y Ling, 2016).

El entrenamiento cognitivo se basa en ejercicios que usan tareas clásicas en psicología cognitiva como la tarea de flancos para la capacidad inhibitoria, el n-back para la capacidad de actualización de MT, o el cambio de tarea y prueba Dimensional Change Card Sort para la FC. Se ha comprobado que tiene beneficios tanto en la atención ejecutiva (Rueda, Checa, y Cómbita, 2012), MT (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, y Shah, 2011) y FC (Kray, Karbach, Haenig, y Freitag, 2012), estando estas mejoras sustentadas por cambios neurofisiológicos, generando una mayor conectividad funcional en reposo entre las redes neuronales implicadas (Astle, Barnes, Baker, Colclough, y Woolrich, 2015), así como durante el transcurso de las tareas (Barnes, Nobre, Woolrich, Baker, y Astle, 2016). Además se observan cambios neuroestructurales en cuanto al grosor y volumen de materia gris en áreas corticales asociadas a la red de ejecutivo central y red de ganglios basales (Metzler-Baddeley, Caeyenberghs, Foley, y Jones, 2016), ambas relacionadas con la FE de MT.

Los estudios que realizan sus intervenciones mediante ejercicio físico indican que, aunque las habilidades cognitivas y perceptivo motrices son diferentes en su forma de expresión, sus medios de adquisición son sorprendentemente similares a nivel de substratos neurales, grado de consciencia de la habilidad aprendida, etapas de aprendizaje o efectos del entrenamiento (Rosenbaum, Carlson, y Gilmore, 2001). La comunidad científica, en el intento de entender esta relación entre la AF y las FE, está investigando este fenómeno desde campos diferentes como los de la psicología cognitiva, la neurociencia, o las ciencias del deporte, y debido al desarrollo tecnológico experimentado en los últimos años, se ha precisado en las respuestas a las incertidumbres planteadas a partir de esta cuestión (Chaddock et al., 2010; Hillman, Erickson, y Kramer, 2008b).

Tal y como indica Tomporowski, McCullick, Pendleton, y Pesce (2015) la importancia del movimiento de los niños y jóvenes durante el desarrollo físico y mental, está tomando un especial interés durante las últimas décadas. La noción de destreza física y mental está enlazada con la sabiduría cultural y a la vez subyace a la cultura occidental, estableciéndose una creciente evidencia de que la

AF, entendida como una serie de métodos planificados, estructurados, repetitivos y con un objetivo de mantenimiento y/o mejora de la condición física, puede promover mejoras en la función mental.

Son múltiples y diversas las investigaciones experimentales que demuestran que la AF afecta positivamente al desarrollo físico y a la salud y también que mejoran el rendimiento cognitivo (Best y Miller, 2010; Chang et al., 2012; Colcombe y Kramer, 2003; Hillman et al., 2008; Tomporowski, Davis, Miller, et al., 2008). Una gran parte de estos estudios analizan dichas mejoras cognitivas centrándose en adultos, siendo la cantidad de investigaciones focalizadas en niños y jóvenes aún escasa (Diamond y Lee, 2011).

El dominio de las FE es uno de los aspectos más prometedores de la influencia del funcionamiento cognitivo por la AF (Colcombe y Kramer, 2003; Tomporowski et al., 2011). De hecho, el meta-análisis de Colcombe y Kramer (2003) fue crucial en el desarrollo de la idea de que las FE se ven reforzadas por la AF, habiendo sido este trabajo el punto de partida de numerosas investigaciones que han abordado la relación entre las FE y la AF (Barenberg, Berse, y Dutke, 2011).

En los adultos mayores se han demostrado mejoras para el rendimiento en pruebas clínicas estándar de las FE, en la WSCT (Albinet, Boucard, Bouquet, y Audiffren, 2010), en el test de Stroop (Smiley-Oyen, Lowry, Francois, Kohut, y Ekkekakis, 2008) y en el Test de aprendizaje verbal REY (Kramer et al., 2001).

Sin embargo, un número creciente de estudios con adultos sanos (Guiney y Machado, 2013; Masley, Roetzheim, y Gualtieri, 2009; Sibley, Etnier, y Masurier, 2006; Verburch, Königs, et al., 2014) y niños (Best y Miller, 2010; Davis et al., 2011; Guiney y Machado, 2013; Verburch et al., 2014) ha demostrado que la AF no sólo compensa los déficits ejecutivos en personas con deterioro cognitivo, sino que también mejora las FE en poblaciones sanas. Por lo tanto, la evidencia sugiere que la AF mejora los componentes de las FE, incluso cuando los sistemas del cerebro y las FE están en fase de desarrollo.

La diversidad de programas de intervención a los que se someten los sujetos que toman parte en las investigaciones de este campo, nos obliga a establecer clasificaciones para llegar a una mejor comprensión y análisis del estado de la cuestión de la relación FE y AF. Así, las investigaciones más recientes sobre esta

cuestion, pueden clasificar sus intervenciones teniendo en cuenta los episodios agudos frente a los crónicos, los aspectos cualitativos frente a los cuantitativos o los estudios en laboratorio frente a los ecológicos.

2.5.2.3. Episodios agudos Vs crónicos de ejercicio físico.

La literatura nos ofrece revisiones sistemáticas, como las de Tomporowski et al. (2015) en las cuales se evalúan episodios de ejercicio agudo y crónico, y la influencia de estos en las funciones cognitivas de los niños que las han desarrollado. La conclusión de dicho estudio es que existe un beneficio cognitivo en ambos tipos de AF, aunque autores como Fedewa y Ahn (2011), indican que dicha relación es pequeña y queda influida por múltiples factores. En la búsqueda de los factores que expliquen dicha relación Pesce, Crova, Cereatti, Casella, y Bellucci (2009) proponen un modelo conceptual con diferentes formas en las que dichos factores pueden moderar la AF aguda dentro del entrenamiento físico crónico, obteniéndose de este modelo que el aprendizaje sucede durante e inmediatamente finalizado la AF, y cómo el conocimiento se va modificando en el trascurso de la repetición de dichos ejercicios agudos. Con este modelo se pueden comprender por qué algunos tipos de ejercicio producirían cambios temporales en el desempeño de pruebas cognitivas en los individuos, y sin embargo, otros tipos de ejercicios producen cambios relativamente permanentes en el conocimiento, que derivan en un mejor funcionamiento mental.

2.5.2.4. Aspectos cualitativos Vs cuantitativos del ejercicio físico.

Recientemente ha publicado el Colegio Americano de Medicina del Deporte unas recomendaciones en el diseño de programas de ejercicio apoyados en Garber et al. (2011) y Pesce (2012). En ellas se propone diferencias los estudios según éstos manipulen aspectos cuantitativos, centrados principalmente en la intensidad y la duración de la tarea; y por otro lado, los que se basan en los aspectos cualitativos, centrados en el tipo de ejercicio y su involucración mental.

2.5.2.5. Laboratorio Vs Ecológicos.

Además, resulta interesante para la investigación la distinción que se puede hacer de la forma en que se realizan los programas de intervención, sobre los que se basan las investigaciones, pudiendo distinguirse entre un continuo que avanza desde los programas estrictamente de laboratorio, donde se somete a los sujetos a un control férreo de multitud de variables, hasta los programas que se desarrollan de una manera totalmente ecológica, en los que los investigadores ceden el control de diversidad de variables por unas actuaciones más cercanas a la realidad de los participantes, y por tanto a la obtención de unos resultados “más verdaderos”.

A modo de síntesis, cabe decir que el término FE es complejo y amplio, y aunque se han formulado muchas definiciones y clasificaciones, todas ellas hacen referencia al control de la cognición y la regulación de la conducta a través de diferentes procesos cognitivos, éstas podrían agruparse en tres componentes: las capacidades que se necesitan para la formulación de metas, las necesarias para la planificación y las estrategias para el logro de dichos objetivos, y las que permitirían la ejecución de dicha conducta de un modo eficaz. El problema es que cada modelo explicativo se acerca a la misma realidad desde perspectivas diferentes. Esto dificulta una definición operativa que sea útil para la investigación y la psicología clínica, con lo que analizar los resultados de los diferentes estudios, en los que se usan tareas muy diferentes, se hace una tarea compleja.

Si bien, actualmente se ha optado por aceptar mayoritariamente la definición de FE entendida como la capacidad del individuo para iniciar, adaptar, regular, supervisar y controlar los procesos de información y el comportamiento (Diamond, 2013; Hughes y Graham, 2002; Miyake et al., 2000), aceptándose también la clasificación de los componentes, como independientes pero con una determinada relación, definidos por Miyake et al., como:

- Actualización: consiste en la capacidad para la monitorización, la manipulación y la actualización de información en la mente, en la MT con el objeto de completar una tarea, registrar y almacenar información o generar objetivos.

- Inhibición. Se podrían diferenciar en tres funciones. La primera estaría relacionada con la capacidad de inhibir los estímulos irrelevantes para los objetivos de la tarea. La segunda permitiría detener procesos o respuestas motoras que resultan prepotentes en un contexto o una tarea determinada, pero no son adecuados para su correcta realización. La tercera función eliminaría de la memoria de trabajo aquella información que fue relevante pero, que por los cambios de la tarea, ha dejado de serlo.

- Alternancia: consiste en la habilidad para cambiar de una manera flexible entre distintas operaciones mentales o esquemas, es decir, la capacidad de hacer transiciones y tolerar cambios, flexibilidad para resolver problemas y pasar el foco atencional de un tema a otro cuando se requiera.

II - JUSTIFICACIÓN

II - JUSTIFICACIÓN

Existe una creciente evidencia de que el ejercicio físico, como actividad planificada, estructurada, repetitiva y con un objetivo de mantenimiento y/o mejora de la condición física y salud, puede promover mejoras en la función mental, sobre todo en las capacidades cognitivas denominadas FE. Éstas son relevantes para el control del comportamiento y se pueden agrupar según estén implicadas en la formulación de metas, en la planificación de estrategias para lograr objetivos, ó en función de las aptitudes para llevar a cabo esas actividades de manera eficaz (Tirapu-Ustárróz et al., 2002). También se han demostrado sus beneficios en la adaptación comportamental de los niños para el rendimiento intelectual y el éxito académico (Tomporowski et al., 2014). En este sentido, se ha constatado que un aumento de los niveles de las FE correlaciona con una mayor capacidad de autorregulación (Robinson, Palmer, y Bub, 2016), resolución de conflictos (Garaigordobil y Berruero, 2007) o inteligencia fluida (Donnelly et al., 2016). La autorregulación es un indicador de aptitudes socio-emocionales (Rueda, Checa, y Rothbart, 2010; Valiente, Lemery-Chalfant, Swanson, y Reiser, 2008) y de rendimiento académico en niños (Blair y Razza, 2007; McClelland, Acock, y Morrison, 2006).

Estas FE pueden considerarse como una familia de tres componentes básicos interrelacionados: inhibición, MT y FC (Diamond, 2013; Miyake et al., 2000). De estos componentes, se construyen las FE de orden superior, como la planificación o la solución de problemas (Collins y Koechlin, 2012; Lunt et al., 2012).

El interés por las FE, ha llevado a la realización de revisiones de la investigación con el fin de evaluar los efectos del ejercicio físico en la función cognitiva de los niños, proporcionando evidencia de que la AF puede generar consecuencias positivas sobre las FE tanto de forma aguda como crónica (Best, 2010; Tomporowski, Davis, Miller, et al., 2008). Sin embargo, varios temas importantes emergen constantemente de estas revisiones. Los revisores que emplean meta-análisis indican que la fuerza de la relación es pequeña y está moderada por múltiples factores (Fedewa, Ahn, 2011; Sibley y Etnier, 2003). Del

mismo modo, los autores de revisiones sistemáticas señalan diferencias entre las características de los estudios que hacen difícil obtener conclusiones definitivas acerca del impacto del ejercicio sobre la función cognitiva de los niños (Howie y Pate, 2012; Tomporowski et al., 2008).

Recientemente, se han publicado varias revisiones que intentan paliar los problemas anteriores (Best, 2010; Diamond, 2015; Donnelly et al., 2016; Tomporowski, McCullick, Pendleton, y Pesce, 2015). Para tener claro si existe una relación causal estas revisiones se han centrado sólo en estudios experimentales y con diferentes criterios de inclusión. Best (2010) sólo analiza los estudios que utilizaban un ejercicio físico de tipo aeróbico excluyendo los que empleaban otro tipo de AF, como la fuerza. Diamond (2015) limita su revisión a investigaciones de larga duración y obvia todos aquellos estudios que analizan los efectos agudos provocados por una AF puntual. Tomporowski et al. (2015) sólo analizan los estudios más representativos de las dos categorías propuestas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte: el enfoque cuantitativo, basado en la manipulación del volumen e intensidad de la tarea, y el enfoque cualitativo basado en los diferentes tipos de ejercicio que generan participación mental en la tarea. Donnelly et al. (2016), por su parte, focalizan su revisión en el análisis de la relación de la aptitud física, la práctica puntual de AF e intervenciones concretas de AF sobre la cognición, aprendizaje, estructura y función cerebral, por un lado, y, por otro, sobre el rendimiento, la concentración y atención de las pruebas de logro estandarizadas. Los resultados del análisis muestran evidencias que sugieren la asociación positiva entre AF, aptitud física, cognición y rendimiento académico, si bien no tuvieron en cuenta la posible influencia de variables como el tipo, cantidad o frecuencia de AF practicada o la duración del programa de intervención.

La mayoría de estudios que han investigado el efecto del ejercicio físico que implicaba una carga mental concomitante han encontrado beneficios positivos en las FE (Budde, Voelcker-Rehage, Pietraszyk-Kendziorra, Ribeiro, y Tidow, 2008; Tomporowski et al., 2015). Estos resultados reforzarían la hipótesis de la necesidad de práctica de ejercicio físico con requerimientos cognitivos para encontrar un efecto agudo positivo en las FE, como el que se practica en los deportes de equipo o los juegos de interacción (Esteban-Cornejo et al., 2014). Autores como Best (2010) o Diamond (2013), sugieren que la AF tiene beneficios

siempre y cuando tengan implícito una implicación cognitiva. Estos autores afirman que existen evidencias de que no todas las formas de ejercicio aeróbico producen beneficios de igual forma en las FE.

Sin embargo, en ninguno de los estudios que investigan la influencia de la carga cognitiva inherente a la AF ha revelado efectos sobre la FC. Por otro lado, en cuanto a la actualización o la inhibición, estudios como los de Best, (2012), no han encontrado influencia. Teniendo en cuenta estos resultados contradictorios sacar conclusiones definitivas sobre el efecto agudo de la carga cognitiva inherente a la AF en las FE es casi imposible (Benzing, Heinks, Eggenberger, y Schmidt, 2016).

Los motivos de estas conclusiones pueden ser diversos. En primer lugar sería necesario manipular de manera sistemática tanto la carga física como la carga mental implícita de la tarea, y tener una verificación de dicha manipulación. Esto no ocurre en la mayoría de estudios, en los que se comparan dos actividades completamente diferentes (Benzing et al., 2016), y sin ninguna medida externa que verifique que las tareas presentan diferentes grados de carga física y/o mental. Según Rueda, Posner, y Rothbart (2005) una de las claves es tener un control externo de la dificultad cognitiva de la tarea que se ajuste en cada momento a las capacidades reales de la persona. En cambio, en la mayoría de estudios se han comparado los valores medios entre grupos, obviando las ganancias individuales. Los resultados entre participantes tras los entrenamientos en ocasiones difieren mucho (Könen y Karbach, 2015). Esto nos lleva a pensar en la importancia de estudiar las diferencias y ganancias individuales durante el entrenamiento para entender estos resultados diferenciales (Buttelmann y Karbach, 2017). En definitiva, estos antecedentes señalan la importancia de ajustar la carga mental de la tarea para que ésta signifique constantemente un reto y un desafío para el participante. Según Tomporowski et al. (2011) si esto se consigue, estas condiciones promueven la aparición y desarrollo de las FE.

Nuestra propuesta consta de condiciones de juegos motores, donde la implicación cognitiva y la incertidumbre de las situaciones a las que deben enfrentarse los participantes serán estables (condición física y condición sedentaria/control) o variables (condición físico-cognitiva), manteniéndose los parámetros fisiológicos constantes entre las condiciones experimentales (física y física-cognitiva). Las condiciones experimentales reproducen tareas o actividades

propias de las clases de Educación Física en un aula de 5º curso de Educación Primaria.

Gran parte de las investigaciones realizadas hasta la fecha se centran principalmente en evaluar los efectos de episodios agudos de AF sobre las FE en condiciones de laboratorio, encontrando, además, cierta dificultad en la extrapolación de los efectos hallados en este tipos de estudios a entornos más libres o ecológicos (Medina, 2015).

Por ello, este corte ecológico es precisamente una de las principales aportaciones de nuestro estudio al tratar de comprobar la relación existente entre la AF y las posibles mejoras en los niveles de FE. Para ello, se modificarán las características de implicación cognitiva y entropía de la AF, analizando también variables de naturaleza psicológica (como la CM experimentada, el estado de ánimo) y de naturaleza fisiológica (como la frecuencia cardíaca media).

Para este análisis se han utilizado herramientas de evaluación multidimensional que nos permitan identificar la carga externa e interna de la tarea, con objeto de descubrir patrones de interacción ambiente-acción

En relación al diseño, la realización de tareas se ha producido en escenarios reales de juego, considerando la idea de Gibson (1979) sobre que el laboratorio deberá ser como la vida misma.

La presente tesis doctoral se estructura en tres grandes bloques. El primero se corresponde con una revisión sistemática, donde se busca paliar los problemas previamente descritos, de manera que se complete el estado actual de la literatura científica, para establecer unas recomendaciones claras que ayuden tanto a los profesionales de la AF y el Deporte, como de la Educación, a planificar y actuar con mayor rigor. El segundo busca analizar los efectos sobre escolares, de una AF propia de las clases de Educación Física, sobre variables cognitivas, psicológicas y emocionales. Finalmente se ofrecen las conclusiones sobre los estudios realizados, así como sus limitaciones y propuestas para ulteriores investigaciones. Mientras que el tercero trata de analizar los efectos sobre deportistas, de la incidencia de la CM en situaciones específicas en las que son expertos, sobrevariables cognitivas y emocionales.

Tras este análisis previo sobre la relación entre las FE, CM y emocionalidad y la AF, se plantean los siguientes problemas:

¿Produce la modificación de las condiciones de implicación cognitiva en la práctica de AF un efecto significativo sobre aspectos psicológicos de alumnos de Educación Física en Educación Primaria?

¿Produce la modificación de las condiciones de implicación cognitiva en la práctica de AF un efecto significativo sobre aspectos ejecutivos de alumnos de Educación Física en Educación Primaria?

¿Produce la modificación de las condiciones de implicación cognitiva en la práctica de AF un efecto significativo sobre aspectos emocionales de alumnos de Educación Física en Educación Primaria?

¿Produce la adición de CM sobre la práctica de AF en situaciones específicas de un deporte de interacción un efecto significativo sobre aspectos ejecutivos de deportistas expertos?

¿Produce la adición de CM sobre la práctica de AF en situaciones específicas de un deporte de interacción un efecto significativo sobre aspectos emocionales de deportistas expertos?

III - ESTUDIOS

III - ESTUDIOS

3.1. ESTUDIO 1.

3.1.1. Objetivos.

Se ha considerado un objetivo general (OG):

OG1: Realizar una revisión sistemática de la literatura para determinar el estado de la cuestión del efecto de la AF y el ejercicio físico sobre las FE.

También se han determinado otros tantos objetivos específicos (OE):

OE1: Analizar la influencia de variables mediadoras en el efecto agudo de la AF sobre las FE.

OE2: Analizar la influencia de variables mediadoras en el efecto crónico de la AF sobre las FE.

OE3: Determinar las limitaciones de los estudios publicados hasta el momento referidos a la relación FE y AF, con objeto de orientar las futuras líneas de investigación.

3.1.2. Método.

Debido a que el tamaño de las muestras y los instrumentos de evaluación de los estudios seleccionados varían significativamente, se tomó la decisión de no realizar un metaanálisis, pues éste es solo aplicable cuando los datos de los diferentes estudios son homogéneos (Eysenck, 1995). Por tanto, se optó por una revisión sistemática siguiendo las indicaciones de Fernandez-Ríos y Buela-Casal, (2009) y Sánchez-Meca, (2010).

3.1.2.1. Procedimiento.

3.1.2.1.1. Estrategias de búsqueda.

Siguiendo las recomendaciones de Durlak y Lipsey (1991) y de Rothstein y Hopewell (2009), y con el objetivo de reducir al máximo el posible sesgo en el proceso de selección de los artículos, se realizó una revisión exhaustiva empleando varios procesos de búsqueda de fuentes de investigación: (a) consulta en bases de datos electrónicas. Se consultaron las bases de datos ISI Web of Knowledge, SCOPUS, PubMed, SPORTDiscus, PsyINFO, ERIC, Google Scholar y Dialnet, con fecha 26 de marzo de 2017. Para la selección de los descriptores de búsqueda se consultaron tanto los thesaurus de dichas bases de datos como a 2 expertos en la materia. Se realizó una combinación de dichos descriptores para la configuración de las diferentes frases de búsqueda, comparándolos y completándolos posteriormente con los utilizados en los artículos de los autores más relevantes relacionados con este tema (ver tabla 6). Se buscaron dichos términos en el título, en el resumen y en las palabras clave.

Tabla 6. Descriptores de búsqueda utilizados.

Relacionados con...	Descriptores utilizados
Funciones ejecutivas y cognición	"executive function*"; "cognitive function*"; "working memory"; "cognitive flexibility"; "inhibition", "task switching", "cognitive function", "executive control", "cognitive performance", cognitive benefits"
Tipo de ejercicio físico	"physical education"; "physical exercise"; "physical activity"; "sport"
Edad	"NOT older*"; "NOT elder*"

3.1.2.1.2. Exploración de la calidad de las investigaciones.

Las diferentes calidades de las investigaciones seleccionadas pueden ejercer cierta influencia en las conclusiones que se viertan sobre la temática. Por ello, y

contemplando la sugerencia de Thomas, Ciliska, Dobbins, y Micucci (2004), y con la intención de incrementar tanto la validez interna como la fiabilidad de dichos resultados, se analizaron las fuentes más relevantes de sesgo, utilizando para ello uno de los seis instrumentos recomendados por Deeks et al. (2003), como es la herramienta de evaluación de calidad “The Effective Public Health Practice Project (EPHPP)”. A través de ella se evaluó el sesgo de selección, el diseño del estudio, el control de las variables extrañas, el cegamiento, el método de recopilación de datos y el abandono o mortalidad experimental, para determinar si la investigación presentaba una calidad fuerte (sin ninguna calificación débil), moderada (con una calificación débil) o débil (con más de una calificación débil).

3.1.2.1.3. Categorización de las variables moderadoras.

Para determinar por qué se obtienen resultados distintos al ser investigados en estudios similares, se desarrolló un manual de codificación, donde quedan reflejados a través de patrones concretos aquellos criterios de selección de las variables que moderen los resultados. Para realizar este manual, se siguieron las sugerencias de Lipsey (1994), quedando estas variables encuadradas en tres grupos: (1) variables sustantivas, como las que caracterizan a la intervención (duración, volumen de trabajo, deporte, etc.), al participante (pericia o experiencia), y al contexto, (2) variables metodológicas, en el diseño del estudio (diseño utilizado, aleatorización, tipo y número de grupos experimentales, variables dependientes e independientes, etc.) y (3) variables extrínsecas, que no afectan a los resultados, tales como autor, año de la investigación, lugar, etc.

Estas variables moderadoras han seguido los patrones del modelo conceptual propuesto por Pesce, Crova, Cereatti, Casella, y Bellucci (2009), que sugieren que determinados factores son capaces de moderar la AF aguda, refiriéndose a las potenciales consecuencias que se produce durante e inmediatamente tras la práctica de AF en sesiones puntuales, y como a través de la práctica crónica de AF, dichas potenciales consecuencias se van modificando gracias de la repetición de dichas sesiones puntuales, como consecuencia de las suma de múltiples efectos agudos. En cuanto a los aspectos cuantitativos, referidos estos a los que se enfocan fundamentalmente en la intensidad y

duración, y los aspectos cualitativos, referidos a aquellos enfocados en la tipología del ejercicio y en la implicación mental durante su desarrollo, se ha seguido la recomendación del Colegio Americano de Medicina del Deporte, así como las sugerencias de (Garber et al., 2011; Pesce, 2012) al respecto.

Para favorecer la fiabilidad de la búsqueda, selección, análisis de la calidad y codificación de las investigaciones, estos procesos fueron desarrollados por dos investigadores de manera independiente. Las discrepancias entre ambos se resolvieron a través de consenso dialogado.

3.1.2.1.4. Criterios de inclusión.

Considerando la calidad de los estudios individuales y con la intención de que los potenciales sesgos de las investigaciones incluidas fueran mínimos, para favorecer con ello la validez de las conclusiones de la presente revisión sistemática (Marín, Sánchez, y López, 2009), se establecieron los criterios de inclusión/exclusión siguiendo las recomendaciones de Cartwright-Hatton, Roberts, Chitsabesan, Fothergill, y Harrington (2004): (1) artículos académicos originales (2) sometidos a revisión por pares, (3) que sean experimentos o cuasiexperimentos, (4) relacionados con contextos escolares o deportivos, (5) que verse sobre la temática objeto de estudio, (6) que la muestra proceda de población sana, sin ningún tipo de enfermedad o discapacidad, (7) que la muestra no presente obesidad ni sobrepeso, (8) que la muestra no pueda ser considerada como adultos mayores o tercera edad, (9) que la fecha de publicación del artículo no exceda los 10 años, desde la actual.

La selección final de los criterios de inclusión, palabras clave y estrategias de búsqueda fueron discutidas y consensuadas entre dos expertos en la materia. Siguiendo las recomendaciones de la "Colaboración Campbell" la búsqueda se llevó a cabo por dos personas, utilizando una combinación de los descriptores previos.

También se realizó una revisión ascendente de la literatura recuperada, con el fin de localizar nuevas investigaciones que no hubieran sido identificadas

durante el proceso de búsqueda. El total de referencias localizadas y seleccionadas fueron importadas al gestor de referencias Mendely versión 1.16.3.

3.1.2.1.5. Selección de estudios.

Para el registro y categorización de los resultados obtenidos se siguió la línea marcada por la declaración PRISMA (Urrútia y Bonfill, 2010), identificándose un total de 9856 estudios científicos entre las bases de datos mencionadas. En la fase de cribado se eliminaron un total de 3168 estudios que aparecían duplicados. De los restantes, fueron seleccionados para una evaluación detallada 550 investigaciones, rechazándose de ellos 427 por no ajustarse completamente a los criterios de inclusión o no ser accesibles. En la fase de elegibilidad fueron seleccionados para analizar en profundidad un total de 123 artículos científicos, de los cuales se descartaron 70 por incumplir los criterios de inclusión establecidos, quedando definitivamente 53. Todo este proceso queda descrito en un diagrama de flujo (Figura 9).

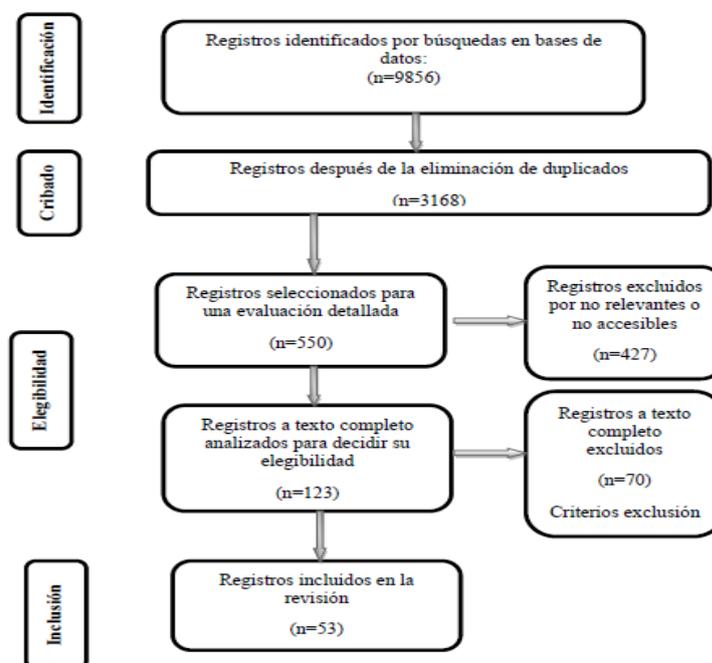


Figura 9. Diagrama de flujo.

Tras la selección definitiva, se registró la información más relevante de dichos estudios en tablas, en las cuales se clasificaron los estudios, para ello los estudios incluidos se estructuraron a su vez atendiendo a dos criterios: efecto agudo vs efecto crónico; enfoque cuantitativo vs enfoque cualitativo.

3.1.2.1.6. Evaluación de la calidad de los estudios.

La calidad de los estudios que se han seleccionado en esta revisión, queda reflejada en la tabla 7, donde cuarenta y cinco (84.90%) han sido calificados con calidad fuerte, y seis (11.32%) con calidad moderada y dos (3.78%) con calidad débil, mostrándose gráficamente en la figura 10. En un 49.23% (n=32) de las investigaciones se realizó una aleatorización de los participantes, en 21.54% (n=14) esta aleatorización fue a través del contrabalanceo, de manera que todos los participantes completaron todas las condiciones de la investigación. En referencia a la mortalidad experimental, fueron 15 investigaciones las que describen las causas de estas. Siendo el total de la muestra en todas las investigaciones de 6030 sujetos.

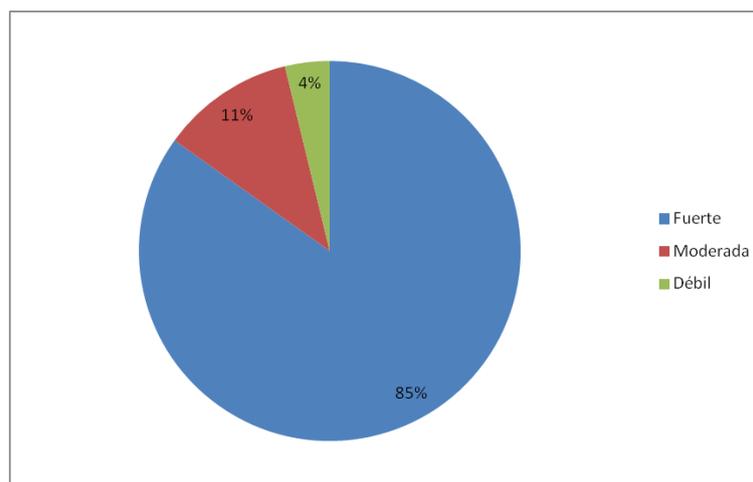


Figura 10. Gráfica porcentual de la calidad de los estudios.

Tabla 7. Evaluación de la calidad de las investigaciones seleccionadas.

Calidad	Estudio	Total Estudios	%
Fuerte	(Covassin et al., 2007); (Sibley y Beilock, 2007); (Buck, Hillman, y Castelli, 2008) (Coles y Tomporowski, 2008); (Hillman et al., 2009); (Kubesch et al., 2009); (Del Giorno et al., 2010); (Huertas et al., 2011); (Alves et al., 2012); (Drollette et al., 2012); (Pirrie y Lodewyk, 2012); (Tam, 2013); (Wang, Chu, Chu, Chan, y Chang, 2013); (Barenberg, Berse, y Dutke, 2015); (Berse et al., 2015); (Chang et al., 2015); (Hsieh et al., 2015); (Loprinzi y Kane, 2015); (Soga et al., 2015); (Weng, Pierce, Darling, y Voss, 2015); (van den Berg et al., 2016); (Zach y Eyal, 2016); (Masley et al., 2009); (Castelli et al., 2011); (Kamijo et al., 2011); (Chaddock-Heyman et al., 2013); (Bugge et al., 2014); (Hillman et al., 2014); (Alesi et al., 2015); (Pindus et al., 2015)(Alesi, Bianco, Luppina, Palma, y Pepi, 2016); (Pesce et al., 2016); (Kvalø, Bru, Brønnick, y Dyrstad, 2017); (Gothe, Pontifex, Hillman, y McAuley, 2013); (Carlier et al., 2014); (Jäger, Schmidt, Conzelmann, y Roebbers, 2014); (Jäger, Schmidt, Conzelmann, y Roebbers, 2015); (Benzing, Heinks, Eggenberger, y Schmidt, 2016); (Stein, Auerswald, y Ebersbach, 2017); (Schmidt, Benzing, y Kamer, 2016); (Pesce et al., 2013); (Martín et al., 2015); (Martins y Gotuzo, 2015); (Dalziell et al., 2015); (van der Niet et al., 2015).	45	84.90%
Moderada	(Pontifex et al., 2009); (Stroth et al., 2009); (Chen	6	11.32%

	et al., 2014); (Akatsuka et al., 2015); (Smith et al., 2016); (Tsukamoto et al., 2016)		
Débil	(Konishi et al., 2017); (Ramos et al., 2017)	2	3.78%

3.1.2.1.7. Análisis de las consecuencias de las variables moderadoras.

En la tabla 8 puede observarse de forma sintetizada las variables más importantes de las investigaciones seleccionadas.

Tabla 8. Recapitulación de las variables moderadoras.

Variables Extrínsecas.

País		Año	
USA	(n=17) 32.07%	2007-08	(n=4) 7.55%
Taiwán	(n=3) 5.67%	2009-10	(n=6) 11.32%
Brasil	(n=2) 3.78%	2011-12	(n=6) 11.32%
Japón	(n=4) 7.55%	2013-14	(n=10) 18.87%
Italia	(n=4) 7.55%	2015	(n=15) 28.30%
Alemania	(n=5) 9.44%	2016	(n=8) 15.09%
Resto países (España, Alemania, Suiza, etc.)	(n=18) 33.97%	2017	(n=4) 7.55%

Variables sustantivas I.

Duración intervención		Número sesiones		Deporte	
<=20 min.	(n=18) 33.96%	1	(n=9) 16.98%	Fútbol	(n=2) 3.77%
<=30 min.	(n=13) 24.53%	2	(n=14) 26.42%	Actividades físicas	(n=24) 45.29%
30-60 min	(n=11) 20.75%	3-15	(n=15) 28.30%	Ciclismo	(n=10) 18.87%
>60 min	(n=5) 9.43%	15-50	(n=9) 16.98%	Carrera	(n=15) 28.30%
Variable (según % HR)	(n=6) 11.33 %	>=100	(n=6) 11.32%	Deportes variados (tenis, natación, artes marciales, etc.)	(n=2) 3.77%

Variables sustantivas II

Vía energética utilizada		Implicación cognitiva	
Moderada ($\geq 60\%$ Fcmax)	(n=16) 30.19%	Con implicación cognitiva	(n=12) 22.62%
Moderada-vigorosa	(n=24) 45.30%	Sin implicación cognitiva	(n= 41) 77.38%
Vigorosa-muy vigorosa ($> 80\%$ de la Fcmax)	(n=10) 18.87%		
Bajo y vigorosa	(n=1) 1.87%		
Bajo, moderada y vigorosa	(n=2) 3.77%		

Variables metodológicas I.

Diseño		Muestra	
Experimental intragrupo	(n= 39) 73.58%	<=20	(n= 10) 18.87%
Experimental, intragrupo, contrabalanceado	(n= 14) 26.42%	21-50	(n= 14) 26.41%
		50-100	(n= 17) 32.08%
		>100	(n= 12) 22.64%

Variables metodológicas II.

Edad		Sexo	
<10	(n=19) 35.85%	V	(n=3854) 63.916%
10-20	(n= 19) 35.85%	M	(n= 2166) 36.08%
21-30	(n= 13) 24.53%		
>30	(n=2) 3.77%		

3.1.3. Resultados.*3.1.3.1. Estudios con intervención cuantitativa y efecto agudo.*

Estos estudios quedan recogidos en la tabla 9. Cuando se ha usado la AF de tipo aeróbica con una intensidad moderada se han encontrado mejoras en la capacidad de inhibición (Akatsuka et al., 2015; Alves et al., 2012; Drollette et al., 2012), pero no en la MT (Coles y Tomporowski, 2008; Drollette et al.; Stroth et al., 2009), aunque estos resultados contradicen los obtenidos por Weng et al. (2015). Con respecto a la FC, ésta tampoco se ve beneficiada por la AF (Alves et al.). La influencia de este tipo de AF, según los autores, va a depender de variables como

la edad (Chen, Yan, Yin, Pan, y Chang, 2014) y duración (Chang et al., 2015). Con respecto al volumen de AF que se ha usado, Chang et al.; Drollette et al. y Tam (2013) indican que con intervenciones de 30 minutos se producen mejoras significativas en la inhibición. En relación con la condición física para Stroth et al. (2009) esta incide positivamente en los beneficios derivados de la práctica de AF aeróbica. Por su parte, cuando se tratan los efectos de una AF de tipo aeróbico con intensidad moderada-vigorosa, se encuentra como dicho incremento de intensidad afecta negativamente a la MT (Sibley y Etnier, 2003; Soga et al., 2015), pero no a la inhibición (Del Giorno et al., 2010; Soga et al.), aunque recientemente otros estudios han manifestado resultados contradictorios en relación al control inhibitorio (Smith et al., 2016). Por su parte, estudios recientes como los de Ramos et al. (2017) han hallado mejoras significativas para los componentes ejecutivos de MT, FC e inhibición cuando la intensidad de la AF era del 110% del umbral del lactato, y de manera similar Tsukamoto et al. (2016), hallaron beneficios en los niveles ejecutivos tras una AF interválica.

Cuando los estudios se centran en AF aeróbica a niveles intensos o muy intensos se observa una mejora significativa de la FC tras esta AF (Barenberg et al., 2015; Berse et al., 2015; Buck et al., 2008), y el tiempo de reacción relacionado con la MT (Huertas, Zahonero, Sanabria, y Lupiáñez, 2011; Pontifex, Hillman, Fernhall, Thompson, y Valentini, 2009), y también se hallan beneficios en la inhibición (Buck et al., 2008).

Otros autores como Loprinzi y Kane (2015), investigaron diferentes rangos de intensidad en la AF (descanso, suave (40% -50% de la Fcmax) moderada (51 % -70%), e intensa (71% -85%)) concluyendo existen mejoras en la FC en todos los niveles de intensidad estudiados, si bien esta mejora es significativa a intensidades moderadas, encontrando correlación entre la capacidad cardiorrespiratoria y unas altas funciones cognitivas.

En último lugar, encontramos los estudios basados en pre-experimentos donde hay una ausencia de grupo de control con el que comparar los resultados obtenidos, como los Audiffren, Tomporowski, y Zagrodnik (2009); Cooper, Bandelow, Nute, Morris, y Nevill (2012); Konishi et al. (2017); Luft, Takase, y Darby (2009), donde todos ellos se centran en el análisis de la relación de la AF aeróbica a nivel intenso y muy intenso con las FE. Gran parte de estos estudios

concluyen que existe una influencia positiva en la función cognitiva de la AF a niveles intensos y muy intensos, destacando las mejoras en la MT (Luft et al.) y el mantenimiento de la inhibición (Cooper et al.), además se observa que estos rendimientos cognitivos se producen durante la realización de la misma, y no permanecen presentes tras la realización de dicha AF (Audiffren et al.). Si bien, Konishi et al., hallaron que a estas intensidades aeróbicas la inhibición se veía disminuida, especialmente en su tiempo de reacción ante condiciones incongruentes.

3.1.3.2. Estudios con intervención cuantitativa y efecto crónico.

Estos estudios quedan recogidos en la tabla 10. En esta categoría todos los estudios seleccionados están centrados en AF de tipo resistencia aeróbica moderada-intensa ($\geq 60\%$ Fcmax y $\leq 80\%$ Fcmax) tales como (Alesi et al., 2015; Alesi, Bianco, Luppina, Palma, y Pepi, 2016; Bugge et al., 2014; Castelli, Hillman, Hirsch, Hirsch, y Drollette, 2011; Chaddock-Heyman et al., 2013; Hillman et al., 2014; Kamijo et al., 2011; Kvalo et al 2017; Masley, Roetzheim, y Gualtieri, 2009; Pesce et al., 2016; Pindus et al., 2015)

En estos estudios de la AF a largo plazo, se pueden encontrar beneficios en las FE como los que refiere Masley et al.(2009) los cuales tras una intervención de 10 semanas logran que hayan mejoras en la MT, atención, velocidad de procesamiento y reacción, destacando una mejora significativa en la FC cuando la cantidad de AF semanal era de 5 a 7 días con una duración de 30 a 45 minutos por sesión de entrenamiento. Por su parte, Castelli et al. (2011) propusieron una intervención diaria a lo largo de 9 meses con una duración específica de AF de unos 30-40 minutos y 45-55 minutos de juegos motores por sesión, hallando que al finalizar esta intervención se lograron mejoras tanto en la inhibición como en la FC. Chaddock-Heyman et al. (2013) basándose en este mismo programa de intervención también encontraron mejoras a nivel del control inhibitorio y de FC, si bien estas fueron significativas, asimismo emplearon imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI), y hallaron como tras dicha intervención habían menos activaciones cerebrales en la corteza prefrontal anterior derecha, implicadas en la realización de tareas con alto desafío cognitivo y necesidad de atención, así como que los participantes presentaban una mejor atención en la

tarea cuando existía demanda cognitiva en la AF. Del mismo modo, Hillman et al. (2014) continuaron con el estudio de dicho programa de intervención, hallando similares resultados que en Chaddock-Heyman et al., y ampliando el conocimiento al afirmar que a mayor persistencia en el tiempo en dicho programa (FIT Kid) mayores eran los beneficios tanto a nivel inhibitorio como de la FC.

Para Kamijo et al. (2011), existe una relación entre las mejoras cardiorrespiratorias derivadas de la práctica regular de AF modera-intensa y las mejoras del rendimiento cognitivo, especialmente con la MT en niños de 7 a 9 años.

Por su parte, Bugge et al. (2014), han analizado el beneficio de programas a largo plazo basados en, en la formación del profesorado sobre el aprendizaje activo, unos recreos aeróbicamente activos a niveles moderados e intensos y un actividad aeróbica diaria en casa de 10 minutos de duración, encontrando que el ejercicio físico prolongado y con un volumen diario de no menos de 60 minutos producen mejoras tanto en la eficacia de la inhibición como académicas.

Alesi et al. (2015,2016), se centraron en analizar la influencia de un programa basado en el entrenamiento de fútbol de 6 meses de duración a raíz de dos sesiones de 75 minutos cada una semanalmente, en ambos estudios se obtuvieron beneficios en las FE, si bien en el primer estudio dichas mejoras no fueron significativas, cosa que si sucedió en el segundo estudio para la MT, atención, planificación e inhibición. Por su parte, Pesce et al. (2016), estudiaron los efectos de un programa de 6 meses de duración de una hora de Educación Física, pero con un enriquecimiento de la AF, dirigido hacia la mejora de la resistencia cardiovascular, la percepción motriz, la cognición y otras habilidades cotidianas, obteniendo como respuesta mejoras significativas en la coordinación motriz y en la que inhibición, y no así en el resto de de componentes cognitivos evaluados como la MT o la atención.

Kvalø et al. (2017)), analizaron la influencia de un incremento de la cantidad de AF, a intensidades moderadas-vigorosas, tanto durante el horario escolar, como en los recreos y fuera del entorno educativo, a lo largo de 10 meses, hallando mejoras, aunque no significativas en la MT, FC, inhibición y atención selectiva.

Por el contrario a todas estas investigaciones, Pindus et al. (2015), no hallaron beneficios ejecutivos tras la práctica de AF.

3.1.3.3. *Estudios con intervención cualitativa y efecto agudo.*

Estos estudios quedan recogidos en la tabla 11. En este grupo de investigaciones se encuentran autores como Gothe et al. (2013), que compararon los efectos sobre los niveles ejecutivos tras la práctica de yoga y de caminar, hallando como tras 20 minutos de la primera se obtenían significativamente mayores niveles en la MT e inhibición que en relación a la segunda. Por su parte, Benzing, Heinks, Eggenberger, y Schmidt (2016); Carlier, Delevoye-Turrell, y Dione (2014); Jäger, Schmidt, Conzelmann, y Roebers (2014) o Stein, Auerswald, y Ebersbach, (2017), los cuales se centraron en experimentos basados en AF de resistencia aeróbica a intensidad moderada. Así, Carlier et al., encontraron que a través de la AF con duraciones de 30 minutos, con independencia de si ésta es secuencial o no, se producen beneficios significativos en los niveles de los componentes de las FE, matizando que las actividades no secuenciales como el baile ofrecen mayores beneficios en la inhibición y la FC, mientras que las actividades secuenciales como el ciclismo ofrecen mejoras en la planificación, y el tiempo de reacción. Por su parte, Jäger et al., encontraron cómo la AF con un compromiso cognitivo, es decir, en la que existen reglas o condiciones que obliguen a los participantes a estar atentos, recordar e interpretar información previamente a los movimientos, mejora significativamente la inhibición, pero no así la MT y la FC. En cambio, más adelante este mismo autores, Jäger, Schmidt, Conzelmann, y Roebers (2015), ampliaron el rango de la intensidad a moderada-intensa en la AF aeróbica, y no hallaron diferencias de los componentes de las FE según el compromiso cognitiva de la AF. Solo se encontraron mejoras en la actualización de los sujetos que presentaban un mejor nivel de partida, tanto físico como académico, con lo que se observa la dificultad de extrapolar los efectos en el laboratorio al entorno ecológico.

Por el contrario, Benzing et al. (2016), al tatar de dilucidar el impacto del compromiso cognitivo en la AF sobre las FE en los adolescentes analizaron los efectos de AF a intensidad moderada con implicación cognitiva, obteniendo mejoras en la FC en comparación con poblaciones sedentarias.

Por su parte, Stein et al. (2017), analizaron las correlaciones entre las funciones motoras y ejecutivas en niños, para comprobar la incidencia de intervenciones agudas de coordinación en dicha población, hallando la existencia de dichas correlaciones positivas entre las funciones motoras y las FE, especialmente y de manera más potente con la FC, si bien las intervenciones agudas referidas a tareas de coordinación no mostraron incidencia sobre las FE.

3.1.3.4. Estudios con intervención cualitativa y efecto crónico.

Estos estudios quedan recogidos en la tabla 12. En este tipo de investigaciones encontramos experimentos como los de (Dalziell, Boyleb, y Mutrieta, 2015; Martins y Gotuzo, 2015) y cuasiexperimentos (Pesce et al., 2013; van der Niet et al., 2015), que centran su intervención en AF de resistencia aeróbica a niveles moderado-intenso. Martins y Gotuzo aplican el Programa de Intervención para la Autorregulación y FE (PIAFEx) de (Dias y Seabra, 2013), el cual se basa en cuatro pilares como son la interacción profesor-alumno, mediadores externos, discurso privado y fomento de la heterorregulación, durante cuatro meses y medio, obteniendo mejoras significativas tras la aplicación de dicho programa en la inhibición y en la atención, y no significativas en la MT y en la FC. Por su parte, Dalziell et al., estudiaron la influencia de la aplicación del programa "Better Movers and Thinkers" durante 4 meses consistente en dos sesiones de 60 minutos de Educación Física basadas en dicho programa, encontrando mejoras en los tres componentes de las FE, pero únicamente significativas en la MT.

Por su parte Pesce et al. (2013) analizan la incidencia de adicionar distintos grados de compromiso cognitivo a las clases de educación física durante 6 meses, obteniendo mayores mejoras cuanto mayor era la demanda cognitiva solicitada, incrementándose dichas mejoras hasta alcanzar un nivel óptimo dependiente del desarrollo motor.

Asimismo, se encuentra a Martín et al. (2015), los cuales basaron su experimento en intervenciones de AF aeróbica a niveles intensos durante 8 semanas, consistente un aumento de dos sesiones semanales de AF una de 60 minutos y otra de 30 minutos basadas en 6 y 3 juegos reducidos 3x3 (2 de fútbol

sin portero, 2 de baloncesto y 2 de balonmano sin portero) con una duración de 6 minutos cada uno y un descanso de 1 minuto entre ellos; tras la aplicación de este programa se obtuvieron mejoras significativas tanto en la MT, FC e inhibición.

Finalmente, van der Niet et al. (2015), estudiaron los efectos de adicionar implicación cognitiva durante 22 semanas a la AF generada en los recreos escolares, obteniendo beneficios significativos en la MT y la inhibición para dichas prácticas.

Tabla 9. Estudios con manipulación cuantitativa del ejercicio y efecto agudo.

Estudio	Participantes, Condiciones	Tarea, diseño y FE	Resultados
(Covassin, Weiss, Powell, y Womack, 2007)	102 (21.12 años) (GE+GC)	-AF aeróbica vigorosa, en cinta de correr. - Post y repost evaluaci51649ón cognitiva. - MT.	-El GE < MT en post1. -En post2 MT similar en ambos grupos.
(Sibley y Beilock, 2007)	48 (21.5 años) (GE+GC)	-AF aeróbica moderada-vigorosa, 30 minutos correr.-Post evaluación. -MT	-Solo cuando de partida era < MT hubo mejoras asociadas a la AF.
(Buck et al., 2008)	74 (9-10 años) (GE1+GE2)	- AF aeróbica baja intensidad y vigorosa. - Cuasiexperimento con post evaluación. - FC e inhibición	-Edad y coeficiente intelectual inciden directamente en resultados cognitivos. - A > aptitud aeróbica > rendimiento cognitivo.

(Coles y Tomporowski, 2008)	18 (22.2 años) (GE+GC)	-AF moderada. -40 minutos de pedaleo (GE), o descanso (GC), evaluación pre y post. -MT (corto y largo plazo)	-La AF no influye en la reconfiguración de la MT. -La AF facilita la MT a largo plazo.
(Hillman et al., 2009)	20 (9.5 años) (GE+GC)	-AF moderada, caminar 20 minutos sentados, y sin hablar.-Contrabalanceadas intrasujeto. -Inhibición.	-Tras AF > precisión en inhibición.
(Kubesch et al., 2009)	81 (13.5 años) (GE1+GE2+GC)	-AF vigorosa, 30 minutos de resistencia aeróbica o maratón virtual o escuchar 30 min de un audiolibro. Pre y post evaluación. -Inhibición, MT, FC.	-AF > atención. -La aptitud física base influye en > FE a través de AF. -Movimientos pausados cortos con coordinación > FE.
(Pontifex et al., 2009)	21 (20.2 años) (GE1+GE2+GC)	- AF: aeróbica vigorosa y fuerza, 30 minutos andando o sentados en silencio leyendo. -Pre, post y repost. -MT y TR.	-Tras AF < TR. -Ejercicios de fuerza y GC presentan similares MT. -AF aeróbica <TR en tareas con > MT que fuerza y control.
(Stroth et al., 2009)	35 (13-15 años) (GE1+GE2)	-AF aeróbica moderada, 20 minutos bicicleta. - Cuasiexperimento con post evaluación. Inhibición, MT y atención.	- Tras la AF los sujetos con > aptitud física > control ejecutivo y > eficiencia de

(Del Giorno et al., 2010)	30 (20.2 años) (GE1+GE2)	-AF moderada y vigorosa, 30 minutos. – Pre, post y repost. -Inhibición y FC.	indexación. -La condición física no incide en la atención ni en la MT, aunque sí que produce mejoras en el procesamiento cognitivo. -Solo se hallaron mejoras en FE inmediatamente después de AF en GE1, pero volvieron a línea base tras 20 minutos
(Huertas et al., 2011)	30 (17 años) (GE1+GE2+GC)	-AF vigorosa y muy vigorosa, pedaleando o sin pedalear. Durante -Atención, TR, FE.	- AF aeróbica > TR con respeto al reposo. -La modulación de intensidad en AF no afecta a FE.
(Alves et al., 2012)	42 (52 años) (GE1+GE2+GC)	-AF moderada y fuerza, 30 minutos, andando o sedentario y estiramientos. – Contrabalanceo pre y post -Inhibición, FC.	-AF aeróbica y fuerza > inhibición con respecto GC. - FC no varió entre los grupos.
(Drollette, Shishido, Pontifex, y	36 (10 años) (GE+GC)	-AF moderada, caminar 20 minutos o sedentario. Contrabalanceada intrasujeto, pre, durante y post	-Durante intervención no hay cambios en FE. -Tras intervención tras AF > FE con

Hillman, 2012)		-Inhibición, MT y atención.	respecto a GC. -Tras AF selectiva > inhibición y atención, pero no MT.
(Pirrie y Lodewyk, 2012)	40 (9.75 años) (GE+GC)	-AF aeróbica moderada-vigorosa, 20 minutos en clase de educación física. – Cuasiexperimento con post evaluación. – Atención, planificación y procesamiento simultáneo y sucesivo.	- Tras AF > significativamente niveles de planificación
(Tam, 2013)	65 (22,4 años) (GE+GC)	-AF moderada, subir escaleras 15-30 min o sedentario.- Contrabalanceada intrasujeto pre y post. -Inhibición, VP.	-Tras AF la inhibición y el VP > significativamente.
(Wang, Chu, Chu, Chan y Chang, 2013)	80 (20.48 años) (GE1+GE2+GE3+GC)	-Intensidad AF baja/moderada/vigorosa o sedentario. -Durante. -FC.	-Conforme > intensidad < rendimiento cognitivo. -A alta intensidad < FE.
(Chen et al., 2014)	87 (9.5 años) (GE+GC)	-AF moderada, correr 30 minutos o sedentario. -Pre y post. -Inhibición, MT y FC.	-AF > FE con independencia de edad. - A > edad < beneficio en inhibición y MT, y > beneficio

			de FC.
(Akatsuka et al., 2015)	10 (19.8 años) (GE+GC)	-AF moderada, 15 minutos de carrera o sedentario. - Contrabalanceo intrasujeto pre y post. -Inhibición.	-Tras AF > inhibición.
(Barenberg et al., 2015)	50 (20-25 años) (GE+GC)	-AF aeróbica muy vigorosa, ergonometro hasta agotamiento. -Cuasiexperimento con contrabalanceo post. -FC	- La AF a alta intensidad incide en laFC. - Tras AF>FC.
(Berse et al., 2015)	297 (15 años) (GE+GC)	-AF muy vigorosa, carrera con intensidad incremental hasta el agotamiento o sedentario. - Contrabalanceo intrasujeto post -FC	-Tras AF > FC.
(Chang et al., 2015)	26 (11 años) (GE1+GE2+GE3+GE4+GC)	-Duración de la AF moderada, 10, 20 o 45 minutos pedaleo o sedentarios. - Contrabalanceo intrasujeto post. Inhibición.	-Una dosis de 20 minutos de AF > inhibición significativamente. - A otras dosis hay beneficios pero no significativos.
(Hsieh et al., 2015)	20 (23.95 años) (GE+GC)	-AF fuerza-resistencia o sedentario. - Contrabalanceo intrasujeto post. -MT y TR.	-Tras AF < TR. -Tras AF > MT, siendo estos beneficios > ante altas demandas de MT a >

			edad.
(Loprinzi y Kane, 2015)	87 (21.4 años) (GE1+GE2+GE3+GC)	-AF a intensidad baja/moderada/vigorosa o sedentario. -Contrabalanceo intrasujeto post. -FC.	-A intensidad moderada (51-70%) > FC significativamente con respecto al GC. -Asociación negativa entre GC y FC con respecto AF. -La capacidad cardiorrespiratoria se asocia positivamente con FC.
(Soga et al., 2015)	28 (15.6 años) (GE1+GE2+GC)	-AF moderada y vigorosa, andar o sedentario -Contrabalanceo intrasujeto: pre, durante y post. -Inhibición, TR, atención y MT.	-Tras AF al 60% FCM <MT; = inhibición. -Tras AF al 70% FCM < MT; = inhibición y atención.
(Weng et al., 2015)	26 (25.23 años) (GE1+GE2)	-AF aeróbica moderada, bicicleta. - Cuasiexperimento con contrabalanceado intrasujeto pre y post. - MT e inhibición.	-La AF a intensidad moderada beneficia la MT y mantiene estable la inhibición.

(Smith et al., 2016)	15 (28 años) (GE1+GE2+GC)	-AF moderada y vigorosa, 10 minutos - Contrabalanceo post. -Inhibición y atención.	-A alta intensidad (90%) > TR y tasa de error con respecto a intensidad moderada (70%).
(van den Berg et al., 2016)	180 (11.5 años) (GE1+GE2+GE3+GC)	-AF baja-moderada, ejercicios fuerza y ejercicios coordinación, 12 minutos. - Contrabalanceo pre y post. -VR y atención.	-AF a intensidad baja o moderada no influye en cognición. -No se hallaron diferencias significativas entre los distintos tipos de AF.
(Tsukamoto et al., 2016)	12 (GE1+GE2)	-AF aeróbica moderada y vigorosa, ergonometro continuo e intervalico. -Pre y post. - Inhibición.	- Tras AF > niveles de FE. -Tras tipo interválico los beneficios se mantuvieron 30 minutos, mientras que en el tipo continuo moderado volvió a los niveles iniciales.
(Zach y Eyal, 2016)	20 (27.3 años) (GE1+GE2+GE3)	-AF moderada y anaeróbica aláctica, táctica de voleibol o 15 minutos corriendo a 120-130 ppm o actividad anaeróbica aláctica. -Pre y post. -MT.	-Los 3 tipos de AF > MT. Pero fue la práctica de voleibol la que > beneficios produjo.
(Konishi et al.,	9 (21-28 años)	-AF vigorosa, 65 minutos carrera.- Pre y	-Pre-Post no significativa en

2017)	(GE1)	post. -Inhibición.	precisión de respuesta. -El tiempo de reacción en la condición incongruente aumentó tras la AF indicando < FE.
(Ramos et al., 2017)	92 (10.3 años) (GE1+GE2+GC)	-AF moderada-vigorosa, 10 minutos de carrera o sedentario. -Post. - MT, FC e inhibición.	-FE > significativamente tras la condición al 110% del UL, con respecto al control.

Tabla 10. Estudios con manipulación cuantitativa del ejercicio y efecto crónico.

Estudio	Participantes, Condiciones	Tarea y diseño y FE	Resultados
(Masley et al., 2009)	91 (47.12 años) (GE1+GE2+GE3)	-Cantidad de ejercicio a intensidad moderada-vigorosa semanal leve (mínimo)/moderado (3-4 días)/ intenso (5-7 días) durante 10 semanas durante 30-45 minutos diarios-Pre y post. -MT, FC, VP y atención.	-Tras intervención a > frecuencia AF > rendimiento cognitivo, especialmente en la FC.

(Castelli et al., 2011)	59 (8.79 años) (GE+GC)	-Ejercicio moderado-vigoroso, 150 días FITKids (2 horas de AF) o sin intervención. -Pre y post. -Inhibición y FC.	-Tras intervención > FE en GE. -El tiempo influye en > rendimiento cognitivo. -La AF vigorosa de < 40 minutos > beneficios cognitivos.
(Kamijo et al., 2011)	43 (8 años) (GE+GC)	-Ejercicio moderado-vigoroso, 150 días FITKids (2 horas de AF) o sin intervención. -Pre y post. -MT.	-La aptitud física influye en MT. -La AF regular se relaciona con el rendimiento cognitivo.
(Chaddock-Heyman et al., 2013)	32 (8.5 años) 24 (22.5 años) (GE+GC)	- Ejercicio moderado-vigoroso. -150 días FITKids (2 horas de AF) o sin intervención. -Pre y post. -Inhibición y FC.	-Tras AF mayor rendimiento cognitivo con respecto atención e inhibición. -Tras AF se mantiene la atención.
(Bugge et al., 2014)	759 (13.5 años) (GE+GC)	- Ejercicio moderado-vigoroso, 5 meses programa LCoMotion (60 minutos de AF) o sin intervención. -Pre y post. -Inhibición.	-Tras intervención GE > inhibición.
(Hillman et al., 2014)	221 (8 años) (GE+GC)	- Ejercicio moderado-vigoroso, 150 días FITKids (2 horas de AF) o sin intervención. -Pre y post. -Inhibición y FC.	-GE > rendimiento cognitivo, con respecto GC. -A > demandas de FC e inhibición los niveles no fueron

			constantes.
(Alesi et al., 2015)	46 (9.5 años) (GE+GC)	-Ejercicio moderado-vigoroso, 6 meses; programa de fútbol (coordinación y habilidades) o sedentarios. -Pre y post. - Inhibición y atención.	-Tras intervención GE > rendimiento cognitivo.
(Pindus et al., 2015)	667 (15.4 años) (GE)	-AF aeróbica moderada-vigorosa, Estudio Longitudinal Avon. -Cuasiexperimento con post evaluación. -Tiempo reacción, atención e inhibición.	-Tras AF no mejora FE. -L a capacidad aeróbica, se relaciona con la velocidad de procesamiento cognitivo, indicándose un posible efecto global de la capacidad aeróbica en las funciones cognitivas.
(Alesi, Bianco, Luppina, Palma, y Pepi, 2016)	44 (8.8 años) (GE+GC)	-Ejercicio moderado-vigoroso, 6 meses 2 sesiones semanales de 75 minutos de un programa de fútbol (coordinación y de habilidades) o sedentarios. -Pre y post. - Atención, inhibición, planificación y MT.	-Tras intervencion GE > FE que GC.

Pesce et al., 2016)	920 (5-10 años) (GE+GC)	-Ejercicio moderado-vigoroso, 6 meses de clases de EF con 4 módulos (cardiovascular, coordinación, cognición y habilidades para la vida) o sin intervención.- Pre y post. - Inhibición, atención y MT.	-Tras intervención GE > beneficios en inhibición.
(Kvalø et al., 2017)	449 (9-10 años) (GE+GC)	-Ejercicio moderado-vigoroso, 10 meses, programa "Active School" incremento semanal de la AF 90min lecciones académicas activas+50 min AF en casa+ 50 min AF en recreos.-Pre, post.-Inhibición, atención selectiva, MT y FC.	-Un incremento de de la AF semanal > FE, aunque no significativamente.

Tabla 11. Estudios con manipulación cualitativa del ejercicio y efecto agudo.

Estudio	Participantes, Condiciones	Tarea, diseño y FE	Resultados
(Gothe et al., 2013)	30 (20.7 años) (GE1+GE2)	-AF aeróbica moderada, yoga durante 20 minutos y andar. – Cuasiexperimento con post evaluación. -Inhibición, MT, velocidad procesamiento y reacción.	-Tras la práctica de yoga > significativo de la MT e inhibición.

(Carlier et al., 2014)	36 sujetos (GE1+GE2+GC)	-AF moderada y nivel de enfoque cualitativo, ciclismo o baile o lectura. - Pre y post. - Inhibición, planificación, MT y FC.	-La AF > significativamente FE. -El baile > beneficios en FC e inhibición con respecto ciclistas. -El baile> planificación.
(Jäger, Schmidt, Conzelmann y Roebbers, 2014)	108 (7 años) (GE +GC)	-Grado de compromiso cognitivo de la AF a intensidad moderada, 3 tareas físicas con compromiso cognitivo o sedentarios. -Pre, post y repost. -Inhibición, actualización.	-El > cortisol predice < inhibición. - La AF influye en la inhibición, y no en la actualización.
(Jäger, Schmidt, Conzelmann y Roebbers, 2015)	209 (11 años) (GE1+GE2+GC)	-AF moderada-vigorosa con implicación cognitiva, AF sin implicación cognitiva, sedentario con implicación cognitiva o sedentario sin implicación cognitiva. -Pre, post y repost. - Inhibición, actualización.	-El compromiso cognitivo de la tarea no influye en las FE. -A > aptitud física > actualización.
(Benzing et al., 2016)	65 (13-16 años) (GE1+GE2+GC)	-AF moderada con y sin implicación cognitiva. - Contrabalanceo intrasujeto pre y post. -Inhibición y FC.	- AF con implicación cognitiva > FC que sin implicación o sedentario.

(Stein et al., 2017)	102 (5-6 años) (GE+GC)	-AF con demandas coordinativas. Grupo Control actividades sedentarias – Basal, pre y post. – Inhibición motora, cognitiva y FC.	-Los efectos del ejercicio coordinativo agudo solo aparecen para la inhibición motora, y de manera temporal, no surgiendo en la inhibición cognitiva o en la FC. - La alta demanda cognitiva y no la AF, tiene efectos facilitadores sobre la atención y la velocidad de procesamiento.
(Schmidt et al., 2016)	92 (11-12 años) (GE1+GE2+GE3+GE4)	-AF aeróbica moderada-vigorosa con alta y baja demanda cognitiva y sedentaria con alta y baja demanda cognitiva. –Pre y post. –Atención .	-El afecto positivo actúa como mediador entre el compromiso cognitivo y la atención y velocidad de procesamiento.

Tabla 12. Estudios con manipulación cualitativa del ejercicio y efecto crónico.

Estudio	Participantes, Condiciones	Tarea y diseño y FE	Resultados
(Pesce et al., 2013)	250 (5-10 años) (GE1+GE2+GC)	-Ejercicio físico aeróbico a intensidad moderada-vigorosa habitual en educación física y con adicción de compromiso cognitivo, basado en la interferencia contextual, durante 6 meses. - Cuasiexperimento con pre y post evaluación. - Planificación y atención simultánea y sucesiva.	-A > implementación de demandas cognitivas en la AF > atención. -El nivel óptimo de desafío cognitivo depende del nivel de desarrollo motor.
(Martín et al., 2015)	54 (15.5 años) (GE+GC)	- 8 semanas con incremento de 90 minutos 4 días semanales de juegos reducidos deportes. Grupo control sin variación de tiempo de AF. -Pre, post y repost. -Inhibición, MT y FC.	-Tras intervención GE > MT y FC. - Se observa influencia de la edad con respecto a FE.
(Martins y Gotuzo, 2015)	70 (5.5 años) (GE+GC)	-Ejercicio moderado-vigoroso, 4,5 meses de PIAFEx consistente en tareas, situaciones y contextos de planificación y resolución de problemas. Grupo control sin intervención. Pre, post y repost. -Inhibición, MT, FC y atención.	- GE > inhibición y atención. -No se observaron variaciones significativas en FC y MT.
(Dalziell et	46 (9.5 años)	-Ejercicio moderado-vigoroso (deportes	- GE > inhibición, FC y MT

al., 2015)	(GE+GC)	colectivos y actividades gimnásticas), 4 meses de programa BMT o clases EF normales. - Pre, post y repost.- Inhibición, MT y FC.	
(van der Niet et al., 2015)	105 (8-12) (GE+GC)	-Ejercicio físico con intensidad moderada-vigorosa con implicación cognitiva a través de juegos modificados, 30 minutos dos veces semanales en el recreo durante 22 semanas. El GC recreos sin intervención –Cuasiexperimento con pre, post evaluación. –Inhibición, MT y FC.	-La AF con implicación cognitiva > inhibición y MT significativamente.

3.2. ESTUDIO 2.

3.2.1. Objetivos

Con respecto al Estudio 2, se detallan a continuación los objetivos planteados.

Como objetivos generales, se han considerado para este estudio dos:

OG1: Determinar si la realización de AF con implicación cognitiva derivada de la entropía de la tarea produce mayor efecto agudo positivo en los componentes ejecutivos que la realización de actividades fundamentalmente físicas de tipo aeróbico.

Objetivos específicos:

OE1. Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre la capacidad de inhibición en niños en edad escolar.

OE2. Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre las funciones ejecutivas globalizadas en niños en edad escolar.

OE3. Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre la flexibilidad cognitiva en niños en edad escolar.

OE4. Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto, sobre la valencia emocional en niños en edad escolar.

OE₅. Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto, sobre el estado de activación emocional en niños en edad escolar.

OE₆. Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre la capacidad de inhibición en niños en edad escolar.

OE₇. Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre las funciones ejecutivas globalizadas en niños en edad escolar.

OE₈. Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre la flexibilidad cognitiva en niños en edad escolar.

OE₉. Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto, sobre la valencia emocional en niños en edad escolar.

OE₁₀. Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto, sobre el estado de activación emocional en niños en edad escolar.

OE₁₁: Analizar la influencia de las variables que puedan mediar en los resultados de las FE tras las tareas de Actividad Física.

3.2.2. Hipótesis.

La hipótesis general de este estudio es que la realización de AF de tipo aeróbico con implicación cognitiva, producirá un incremento significativo en los diferentes componentes ejecutivos, funciones ejecutivas globalizadas, inhibición y FC, con respecto tanto a la práctica de AF fundamentalmente aeróbica y con respecto a actividades sedentarias cognitivas. Las hipótesis planteadas son las siguientes:

H1: La práctica de actividad física con demandas físicas y coordinativas específicas en baloncesto optimiza la capacidad de inhibición de los niños en edad escolar.

H2: La práctica de actividad física con demandas físicas y coordinativas específicas en baloncesto optimiza las funciones ejecutivas globalizadas de los niños en edad escolar.

H3: La práctica de actividad física con demandas físicas y coordinativas específicas en baloncesto optimiza flexibilidad cognitiva de los niños en edad escolar.

H4: La práctica de actividad física con demandas físicas y coordinativas específicas en baloncesto aumenta el estado de activación de los niños en edad escolar.

H5: La práctica de actividad física con demandas físicas y coordinativas específicas en baloncesto aumenta la valencia emocional de los niños en edad escolar.

H6: La carga mental de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de baloncesto optimiza la capacidad de inhibición de niños en edad escolar.

H7: La carga mental de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de baloncesto optimiza las funciones ejecutivas globalizadas de niños en edad escolar.

H8: La carga mental de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de baloncesto optimiza flexibilidad cognitiva de niños en edad escolar.

H₉: La carga mental de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de baloncesto aumenta el estado de motivación de niños en edad escolar.

H₁₀: La carga mental de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de baloncesto aumenta la valencia emocional de niños en edad escolar.

H₁₁: Las variables estado de los participantes (motivación, estado de ánimo, etc.) no afectan al efecto positivo que produce la actividad física con o sin carga mental en las FE.

3.2.3. Variables.

Atendiendo al diseño del estudio se han definido una serie de variables, las cuales se califican como independientes (cuando representan las causas que provocan el fenómeno), dependientes (cuando representan el fenómeno observable y medible) y contaminantes (cuando representan factores o elementos que pueden distorsionar los resultados del estudio).

Así, las variables independientes (VI) consideradas han sido:

VI₁: La práctica de AF con demandas físicas y coordinativas similares al baloncesto, con dos factores: presencia ausencia.

VI₂: La carga mental de la tarea, con dos factores: presencia o ausencia.

Por otra parte, las variables dependientes (VD) del presente estudio han sido:

De tipo psicológico:

VD₁: Capacidad de inhibición.

VD₂: MT.

VD₃: FC.

VD₄: Nivel de valencia emocional.

VD₅: Nivel de activación.

Variables control (VC).

a. De tipo fisiológico:

VC₁: Altura.

VC₂: Peso.

VC₃: Índice de Masa Corporal (IMC).

VC₄: Carga interna de la tarea (Frecuencia Cardíaca).

b. *De tipo personal:*

VC₅: Edad.

VC₆: Sexo.

De tipo psicológico:

VD₇: Estado de ánimo (Cuestionarios PANASC).

VD₈: Nivel de ansiedad (Cuestionario STAIC).

VD₉: Orientación a meta (Escala GOES).

Finalmente, en relación con las variables extrañas o contaminantes (VE), se han tenido en cuenta las siguientes:

VE₁: El proceso de intervención didáctica de los investigadores y docentes. La única información suministrada a los jugadores se ha realizado antes de la tarea mediante el canal auditivo, de tipo descriptivo y masivo, con la intención de informar a los participantes sobre las reglas y organización de las diferentes condiciones experimentales, (duración, sentido, situaciones especiales, etc.).

VE₂: Efecto orden de las condiciones experimentales: se contrabalancearon tanto las condiciones experimentales como las pruebas de evaluación, con objeto de controlar el efecto orden de las mismas.

VE3: Nivel de los grupos experimentales: se entrenó en la realización de las pruebas y cuestionarios pertinentes que aseguraban análogos niveles de pericia en la configuración de los equipos investigadores.

VE4: Expectancia (Behar, 1993), para ello, a parte del equipo investigador, el encargado de recoger los datos de la evaluación, no se les facilitó ni el objeto del estudio, ni las hipótesis planteadas. Dispusieron únicamente de la información relativa a la recogida de datos e información

3.2.4. Método.

3.2.4.1. Población y muestra.

Dieciocho (n=18) participantes (9 niños y 9 niñas) estudiantes de quinto curso de Educación Primaria del CEIP Diego Martínez Rico del municipio de Ceutí, se ofrecieron voluntarios para participar en el experimento, previa firma del consentimiento informado escrito por los padres, madres o tutores legales (ver Anexos II y III), habiendo sido aprobado previamente por el Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Católica de Murcia (UCAM). Todos los participantes eran sujetos sanos y sin impedimentos físicos. En la tabla 13, se reflejan las características antropométricas de la muestra.

Tabla 13: Características antropométricas de los participantes estudio 2.

n=18	Edad (años)	Altura(cm)	Peso (Kg)	Índice Masa Corporal (IMC)
Media	10.67	149	43.50	19.53
D.E.	.767	11	11.35	4.22

El tipo de muestreo seleccionado fue no probabilístico por conveniencia o casual (Bisquerra, 2014), caracterizado por “ser individuos a los que se tienen facilidad de acceso” (McMillan y Schumacher, 2005). Ante este tipo de muestreo, autores como McMillan y Schumacher (1993) advierten que una muestra de este

tipo no es representativa de una población mayor, lo que conlleva la necesaria precaución a la hora de generalizar los resultados.

Además, se ha calculado el tamaño del efecto de la muestra a fin de comprobar su consistencia interna a través de la intercorrelación de los participantes, usando para este cálculo el programa estadístico G*Power, en su versión 3.1.9.2., el cual ha sido diseñado para realizar estimaciones de la potencia estadística y del tamaño del efecto (Erdfelder, Faul, y Buchner, 1996; Faul, Erdfelder, Lang, y Buchner, 2007). Los resultados obtenidos indican que la muestra del presente estudio cuenta con un tamaño del efecto de 0.8.

3.2.4.2. Materiales

En relación con los materiales que se han utilizado para la realización de la tesis doctoral, destacan principalmente diferentes herramientas de evaluación tanto cognitiva como de personalidad o conducta. También se han considerado otros materiales referidos al control de aspectos fisiológicos.

Así pues, se pasa a describir la utilidad, su forma de evaluación y de registro de dichos materiales.

3.2.4.2.1. Herramientas de evaluación cognitiva, ejecutiva y de personalidad.

3.2.4.2.1.1. Batería de Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños (ENFEN).

Para la evaluación de las FE se utilizó el instrumento Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños (ENFEN) (Portellano, Martínez, y Zumárraga, 2009), que consiste en una batería de pruebas que permite valorar el desarrollo madurativo global del niño, permitiendo realizar una evaluación del nivel de madurez y del rendimiento cognitivo en actividades relacionadas con las FE. El ENFEN está indicado para sujetos que presentan una

escolaridad normal con edades entre los 6 y los 12 años siendo sus resultados relevantes tanto clínica como educativamente. Su evaluación es individual y con una duración aproximada de unos 20 minutos. Las pruebas del ENFEN desarrolladas en esta investigación fueron:

Prueba Senderos.

Esta prueba consta de dos partes (ver figura 11). Por un lado, Sendero gris, donde se pide al participante que dibuje un sendero (una línea) uniendo los números del 20 al 1 que aparecen ordenados aleatoriamente en una hoja; y, por otra parte, Sendero a color, donde se deben unir los números del 1 al 21 que aparecen ordenados aleatoriamente en una hoja, pero alternando los que son de color amarillo y los de color rosa. Esta prueba permite conocer el nivel de FC, inhibición, y MT.

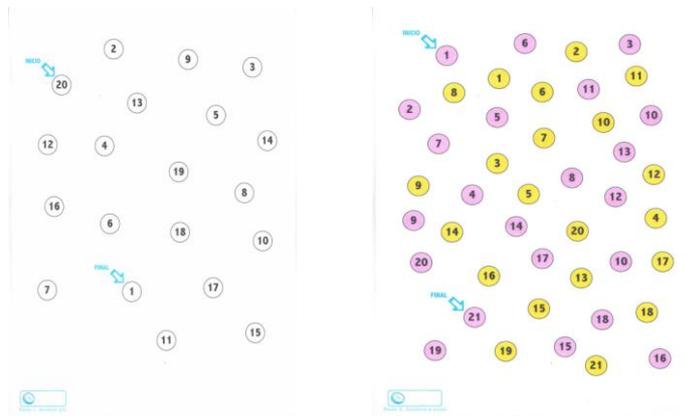


Figura 11. Pruebas Senderos gris y Senderos color del ENFEN.

Prueba Anillas.

Consiste en reproducir en un tablero con tres ejes verticales, un modelo que se presenta al participante en una lámina (ver figura 12), debiendo de colocar una serie de anillas de colores en la misma posición y orden que se muestra en la lámina. Para completar la prueba hay que realizar 14 ensayos (más uno de

entrenamiento), en el menor tiempo y con el menor número de movimientos posible. Las anillas siempre cuentan con idéntica posición de partida y el participante debe, siguiendo las normas, reproducir el modelo. Dichos modelos presentan una dificultad progresiva, necesitándose el uso de 4, 5 ó 6 anillas de diferentes colores. Esta prueba evalúa la planificación, la descomposición de problemas, la FC y la memoria prospectiva y operativa.

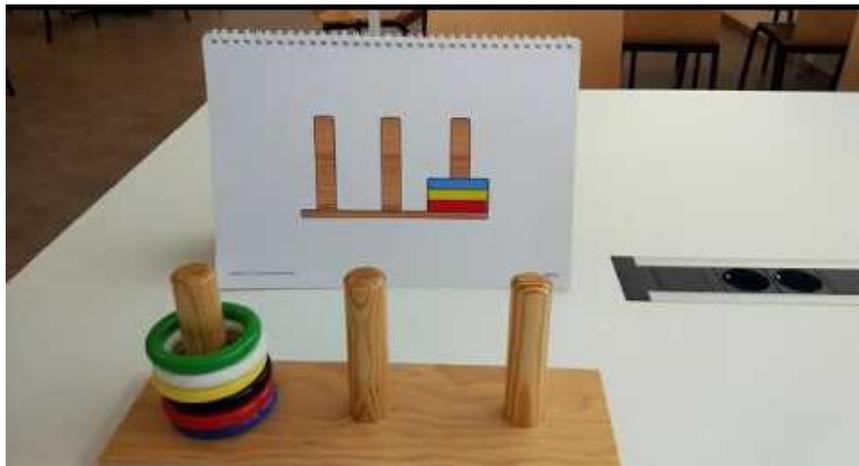


Figura 12. Prueba Anillas del ENFEN

Prueba Interferencia.

Se trata de una modificación del paradigma Stroop (Stroop, 1935), donde el participante debe verbalizar en voz alta el color de la tinta en que está impresa la palabra. La lista se compone de 39 palabras dispuestas en tres columnas verticales de 13 palabras cada una (ver figura 13). Estas palabras son nombres de colores (rojo, verde, amarillo y azul) pero aparecen impresas aleatoriamente en tinta verde, azul, amarillo o roja. En ningún caso el color de la palabra coincide con el

color de la tinta en que está impresa. Mediante esta prueba se valora la atención, la FC y la inhibición.



Figura 13. Prueba Interferencia del ENFEN

3.2.4.2.1.2. Maniquín de autoevaluación (Self-assessment manikin), SAM

Algunos autores Bradley y Lang (1994); Lang (1995); Lang, Bradley, y Cuthbert (1990) y Lang, Greenwald, Bradley, y Hamm (1993), consideran que siguiendo el enfoque dimensional de la emoción, se puede delimitar el conjunto de emociones humanas a través de varias dimensiones básicas. Esta idea establecida por Wundt (1986) y adoptada por teóricos como Mehrabian y Russell (1974) y Tellegen (1985), los cuales se apoyaron en los estudios de Osgood, Suci, y Tannenbaum (1957), derivados del análisis factorial de múltiples juicios verbales, hallaron que la varianza de las evaluaciones queda explicada por dos dimensiones principales, por un lado la valencia afectiva y por otro la activación, y de otra dimensión con una menor relevancia como la dominancia.

Las emociones permiten el procesamiento de información prioritaria que favorece la supervivencia y la adaptación al entorno, y por estos motivos se consideran un proceso de coordinación de los distintos recursos psicológicos que son ineludibles para ofrecer respuestas más veloces y precisas ante situaciones específicas (Fernández-Abascal, Rodríguez, Sánchez, Díaz, y Sánchez, 2010).

Puede considerarse como uno de los objetivos primordiales en la investigación psicológica actual la evaluación de las emociones y de sus dimensiones (Bradley, 2009), por lo que la existencia de herramientas que permitan la investigación científica de estas emociones de manera fiable, sólida y adaptadas al contexto es importante.

Fue Lang (1980), el que para poder evaluar los estímulos en estas dimensiones, planteó una medida pictográfica de tipo no verbal, conocida como el Maniquí de Autoevaluación, en inglés Self- Assessment Manikin (SAM). Inicialmente el SAM se completaba con papel y lápiz, aunque en la actualidad puede realizarse a través de medios tecnológicos, como el ordenador (Cook, Atkinson, y Lang, 1987) Cook, Atkinson y Lang, 1987) o escáner (Bradley y Lang, 1999).

Estas dos dimensiones sobre las que puede entenderse toda la gama de emociones humanas, la valencia (figura 14) que va desde lo agradable, figura sonriente, hasta lo desagradable, figura ceñuda, y la activación (figura 15) que va desde la calma, figura soñolienta, hasta la excitación, figura de ojos desorbitados. Además, en relación a la dimensión de dominancia (figura 16), va desde lo incontrolable, figura sobredimensionada, hasta lo controlable, figura diminuta, aunque hay que decir que esta dimensión no suele utilizarse en investigaciones por su escasa relevancia (Redondo, Fraga, Comesaña, y Perea, 2005). En base a esto, puede decirse que las evaluaciones con el SAM se realizan a través del espacio afectivo encuadrado por la valencia y la activación.

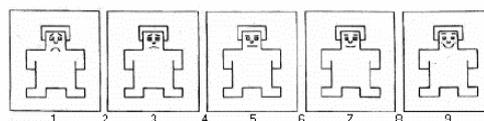


Figura 14. Dimensión valencia del SAM

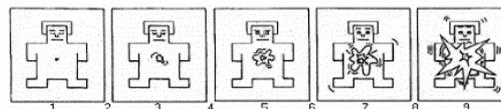


Figura 15. Dimensión activación del SAM

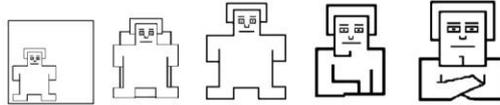


Figura 16. Dimensión dominancia SAM.

En relación a la calificación de las figuras pictográficas, esta se realiza a mediante a escritura den una "X" en alguna de las cinco figuras en cada una de las dimensiones, dando lugar a una puntuación que va de 1 a 9.

3.2.4.2.1.3. Escala de afecto positivo y negativo para niños. Positive and negative affect Schedule for Children (PANASC).

Para Moriondo, De Palma, Medrano, y Murillo (2011), el afecto es la sustancia de las emociones. La afectividad se conforma por dos dimensiones o factores dominantes, más o menos independientes: el afecto positivo (AP) y el afecto negativo (AN) (Sandín et al., 1999).

El AP, hace referencia a la alegría, satisfacción, confianza, entusiasmo o intervención gratificante, mientras que el AN lo hace a emociones como la ira, la culpabilidad, el miedo, la tristeza, el pesimismo o el nerviosismo (Inglés, Maciá, Fernández, Juan, y López, 2016). La AN se relaciona con la precocidad de experiencias desagradables (Sánchez Aragón, Retana Franco, y Carrasco Chávez, 2008) y el AP pronostica un correcto afrontamiento de situaciones agradables, fomentando la creatividad y la motivación afiliativa de los sujetos (Schmidt, 2008).

La distinción entre el AP y el AN se ha considerado por autores como Sandín et al. (1999) o Tellegen (1985) como un elemento vital en la distinción de conceptos como la ansiedad y la depresión).

En la literatura pueden encontrarse diferentes investigaciones que estudian la afectividad en adultos (Buz, Pérez-Arechaederra, Fernández-Pulido, y Urchaga,

2015; Merz et al., 2013; Moriondo et al., 2011; Nolla, Queral, y Miró, 2014), universitarios (Robles y Páez, 2003; Sandín et al., 1999), y niños y/o adolescentes (Ebesutani et al., 2012; Randler y Weber, 2015).

Con la idea de poder evaluar de manera sencilla y rápida los afectos positivos y negativos, Watson, Clark, y Tellegen (1988) crearon la Escala de afecto positivo y negativo, en inglés, Positive and Negative Affect Schedule (PANAS), siendo uno de sus objetivos prioritarios la obtención de descriptores con una alta pureza en lo referido al afecto, tomando como cimientos las investigaciones de otros autores relevantes en la materia (Watson y Tellegen, 1985; Zevon y Tellegen, 1982). En este cuestionario se seleccionaron 10 ítems para el afecto positivo y la misma cantidad para el negativo, formando un total de 20 ítems en la versión PANAS final. El PANAS se caracteriza por una alta congruencia interna, con alphas de .86 a .90 para el afecto positivo y de .84 a .87 para el negativo. La correlación entre ambos afectos se encuentra en rangos de -.12 a -.23 y los coeficiente test-retest son suficientemente altos (0.71 y 0.68 para el afecto positivo y negativo respectivamente) (Watson et al., 1988). Además, la versión española de esta escala fue desarrollada por Sandín et al. (1999).

El PANAS tiene una gran aceptación e interés a nivel internacional, pudiendo aplicarse a personas adultas, si bien para niños y adolescentes esta no resulta adecuada, pudiendo encontrar un cuestionario específico para esta población, la Escala de Afecto Positivo y Negativo para Niños y Adolescentes, en inglés Positive and Negative Affect Schedule for Children and Adolescents (PANASC), el cual presenta una estructura similar en cuanto a estructura y contenidos al PANAS, pues cuenta también con 20 ítems en total, 10 para el AP y otros 10 para el AN, encontrándose las adaptaciones en la redacción de los elementos para facilitar la comprensión (Sandín, 2003).

3.2.4.2.1.4. Escala de las orientaciones de meta en el ejercicio (Goal orientation in exercise scale) (GOES).

La motivación de las personas, tanto en ámbitos deportivos como educativos, puede encuadrarse bajo la perspectiva de las metas de logro, siendo

este un relevante modelo teórico sobre la comprensión de las variables emocionales, cognitivas y de conducta, y su relación con el logro tanto en alumnos de Educación Física como de deportistas. En base al clima motivacional y los elementos que lo componen, como los sistemas de recompensa, el diseño de prácticas, la agrupación de sujetos y las manera que las figuras de autoridad evalúan el rendimiento (Escartí y Brustad, 2000; Escartí y Gutiérrez, 2001), se obtienen dos tipos de clima motivacional, para Roberts (2001), éstos son el que implica a la tarea, fomentando el esfuerzo y resaltando el dominio de la tarea y la mejora personal; y el que implica al ego, que impulsa la comparación social, destacando la habilidad normativa.

De forma general, un clima motivacional orientado a la tarea se relaciona con motivaciones positivas tales como la mejora, diversión, interés y superación personal (Balaguer, Duda, Atienza, y Mayo, 2002; Selfriz, Duda, y Chi, 1992), mientras que si dicho clima se orienta al ego, se resaltarán la comparación y competición entre sujetos, promoviendo motivaciones negativas, ansiedad o menor esfuerzo, entre otros (Papaioannou y Kouli, 1999; Pensgaard y Roberts, 2000; Treasure y Roberts, 1998).

Para la evaluación de estas orientaciones a la tarea y al ego, se hallan en la literatura diferentes escalas y/o cuestionarios, habiendo seleccionado para la presente tesis doctoral la desarrollada por Kilpatrick, Bartholomew, y Riemer (2003), Escala de las Orientaciones de Meta en el Ejercicio, en inglés Goal Orientation in Exercise Scale (GOES), la cual está basada en el Cuestionario de Orientación a la Tarea y al Ego en el Deporte, en inglés, Task and Ego Orientation in Sport Questionnaire (TEOSQ) de (Duda, Smart, y Trappe, 1989), permitiendo medir las orientaciones de meta en ámbitos de AF no competitiva.

Este GOES consiste en una escala compuesta por 10 ítems, encabezados por la frase "Siento más éxito al realizar ejercicio cuando...", de los cuales, cinco medían la orientación a la tarea (p. ej.: "Aprendo y me divierto"), mientras que los otros cinco medían la orientación al ego (p. ej.: "Soy el mejor"). Las respuestas se recogen en una escala tipo Likert, cuyos rangos de puntuación oscilan desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo).

3.2.4.2.2. Herramientas de evaluación fisiológica.

Para la evaluación fisiológica y el control de la carga física de las condiciones de AF aeróbicas, se optó por la utilización de los siguientes instrumentos y/o materiales:

Para el control de la frecuencia cardiaca se utilizaron pulsómetros, en concreto, los "Polar Team 2", un sistema de fácil utilización formado por 10 transmisores Team (utilizado por cada jugador), una unidad interface y una unidad para descargar la información de la frecuencia cardiaca y el software para el posterior análisis del rendimiento.

Dichos pulsómetros, permiten el monitoreo continuo a lo largo de las condiciones experimentales de carácter físico aeróbico, registrándose, tras el calentamiento, la frecuencia cardiaca cada 1 segundo, utilizando para ello radiotelemetría de corto alcance (Polar Team System, Polar Electro OY, Kempele, Finlandia).

Después de cada sesión, todos los datos de frecuencia cardiaca se descargaron a un ordenador portátil marca ACER Aspire 5930G, a través de una interfaz de ordenador utilizando un software específico (Polar Precisión S-Series Software SW 3.0, Polar Electro, Kempele, Finlandia), almacenándose finalmente. Con dichos datos, se procedió al cálculo de la frecuencia cardiaca media para cada minuto y para el total de la condición experimental.

Para determinar el peso se empleó una báscula digital referencia Tanita UM-061 Scale Plus bodyfat (ver figura 17), cuya capacidad máxima es de 150 Kg y realiza incrementos de 0,1 Kg; el peso fue registrado en kilogramos (Kg).

Por su parte, la talla fue tomada con un estadiómetro portátil referencia: Seca 213 (ver figura 21). Su capacidad máxima es de 205 cm., e indica incrementos de 1 mm, mientras que la talla fue registrada en centímetros (cm). Esta herramienta resulta pertinente debido a su facilidad de desplazamiento, siendo un instrumento habitual en los centros escolares, lo que implicó una habituabilidad en su uso por parte de la muestra del presente estudio.



Figura 17. Báscula digital y estadiómetro portátil.

3.2.4.3. Diseño y procedimiento

En el presente estudio se ha utilizado un diseño intrasujeto contrabalanceado con medidas repetidas pretest y postest (Hernández, Fernández, y Baptista, 2010), sobre tres condiciones: sedentaria cognitiva, física aeróbica sin implicación cognitiva y física aeróbica con implicación cognitiva.

Este tipo de diseño, se establecen grupos relacionados o dependientes, donde cada sujeto es evaluado de forma repetida en cada una de las condiciones de la variables independientes, conociéndose este diseño como diseño de medidas repetidas (Keselman, Algina, y Kowalchuk, 2001).

A continuación, se desarrolla las distintas fases del procedimiento seguidas en este estudio.

Sesión informativa

Previamente, y tras contar con la aprobación por el Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Católica de Murcia (UCAM), hubo una reunión con la directora del centro educativo “C.E.I.P. Diego Martínez Rico” del municipio de Ceutí (Murcia), donde se otorgaron los permisos necesarios para el desarrollo del estudio en dicho centro. Seguidamente y antes de iniciar el estudio, los padres, madres o tutores legales de los menores firmaron un consentimiento informado por escrito (**Anexo I**).

En días posteriores, se celebró una sesión de familiarización, donde parte del equipo investigador se reunió con los alumnos que iban a formar la muestra de la investigación, y se les explicó los aspectos generales del estudio, las distintas

condiciones a las que se iban a someter, incluyendo descripciones gráficas de los circuitos y juegos motores a desarrollar. También se les mostró y explicó las diferentes pruebas o herramientas de evaluación que deberían completar, y, finalmente, se establecieron aleatoriamente la distribución de los sujetos en los diferentes grupos para cada condición, utilizándose, para ello, un software específico (<http://www.randomization.com/>). Además, también completaron un cuestionario demográfico ad hoc con diversa información personal (Anexo II).

Sesiones experimentales.

Fueron necesarias 3 sesiones experimentales, las cuales se desarrollaron durante la clase de Educación Física, a la misma hora el mismo día de la semana, el miércoles de 09:00 a 10:00 horas. En todas ellas el procedimiento seguido fue similar, variando, únicamente, la intervención de los grupos en cada una de las tres condiciones experimentales, organizándose de la siguiente manera para controlar el “efecto orden” (tabla 14).

Tabla 14. Distribución condiciones en sesiones.

Condición	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3
AF aeróbica no cognitiva	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
AF aeróbica cognitiva	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1
Sedentaria cognitiva	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 2

La sesión se iniciaba en el interior del aula de referencia, con la respuesta a los cuestionarios NASA TLX (Hart y Staveland, 1988) para medir la CM; SAM (Lang, 1980) para evaluar la valencia y la activación emocional; PANAS (Sandín et al., 1999) para evaluar el estado de ánimo; STAIC (Spielberger, 1973) para evaluar la ansiedad de los sujetos; y GOES (Kilpatrick, Bartholomew, y Riemer, 2003) para medir la orientación de metas. Tras su finalización, se colocaban los pulsómetros en cada uno de los alumnos que iban a someterse a las condiciones físicas. Una vez colocados, los participantes se reunían en el centro de la pista polideportiva, y, en base a la condición que les tocara, se distribuían en las dos pistas polideportivas existentes. Una vez en su correspondiente espacio y tras un breve

calentamiento, consistente en una carrera lenta con movilidad articular dinámica durante unos 3 minutos, tras recordarles la condición y las normas que tenían asignadas para ese día, todos los sujetos, tras la señal de uno de los investigadores, se ajustaban y activaban los pulsómetros para obtener el registro de la frecuencia cardiaca dando comienzo 30 segundos después la condición correspondiente. Todas las condiciones experimentales tenían una duración de 10 minutos consecutivos, sin descanso.

Las condiciones experimentales que se investigaron fueron:

Una tarea consistente en una intervención aguda de tipo físico aeróbico de intensidad moderada- vigorosa, donde los sujetos realizarán su intervención en una pista polideportiva de 40 metros de largo por 20 metros de ancho, y uno a continuación del otro, se desplazaban botando un balón de baloncesto realizando un circuito (figura 18). En él debían, además de desplazarse botando el balón todo el tiempo, pasar por zonas de zigzag corto, zona de velocidad, cambios de dirección y zigzag largo, regresando al punto de inicio, repitiendo el circuito tantas veces como les fuese posible en el tiempo de duración de la prueba (10 minutos), y manteniendo un ritmo constante que les permitiera finalizar la tarea, debiendo continuar la carrera siempre en el mismo sentido y durante 10 minutos consecutivos. Las diferentes zonas, con mayor y menor dificultad coordinativa, modificaba la intensidad de cada zona, consiguiendo momentos de mayor intensidad (botar en línea recta) con momentos de poca intensidad (realizar un zig-zag corto). Estas demandas se asemejan a las necesidades de cambio de ritmo que se producen durante los deportes de colaboración oposición como el baloncesto.

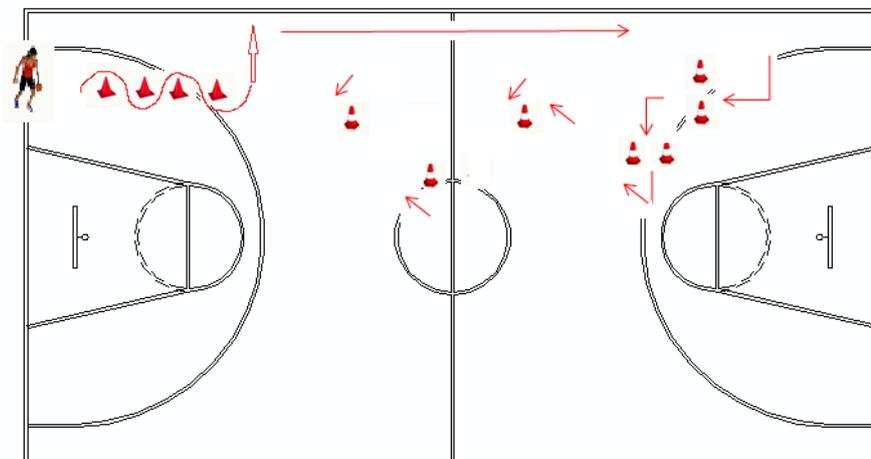


Figura 18. Condición física aeróbica.

La otra tarea consistió en un juego motor de colaboración-oposición. Esta tarea presenta unas características y demandas físicas similares a la experimentada por tarea física previa, pero en esta ocasión se le va a añadir una carga cognitiva y una alta tasa de incertidumbre. Para ello, los participantes realizaron esta condición en un espacio similar al de la tarea física sin implicación cognitiva, y para su desarrollo se distribuyeron aleatoriamente en dos equipos, completando durante 10 minutos un juego motor variante del juego tradicional “poli y cacos” (figura 19). La tarea en sí, consistió en dividir los jugadores en dos equipos con roles distintos, unos de cacos y otros de polis. Los “cacos” comenzaron situados en un extremo de la pista, y, sin dejar de botar un balón de baloncesto, debieron llegar al extremo opuesto, donde tenían de “robar” un pañuelo, siendo la misión llevárselo hasta su casa (1 punto). Para lograr este objetivo, deberían evitar que los “polis”, los cuales también se encontraban botando un balón de baloncesto sin parar, los pillen. Los “cacos” cuando recojían el pañuelo no podían salirse de la pista, ni pasárselo a otro “caco”. Si logran hacer un punto, debían continuar el juego, pues gana el equipo que más puntos conseguía. Si los “polis” pillaban a un “caco” este devolvería el pañuelo a su sitio y regresaría al punto de inicio. Trascurrido 5 minutos, se cambió los roles.

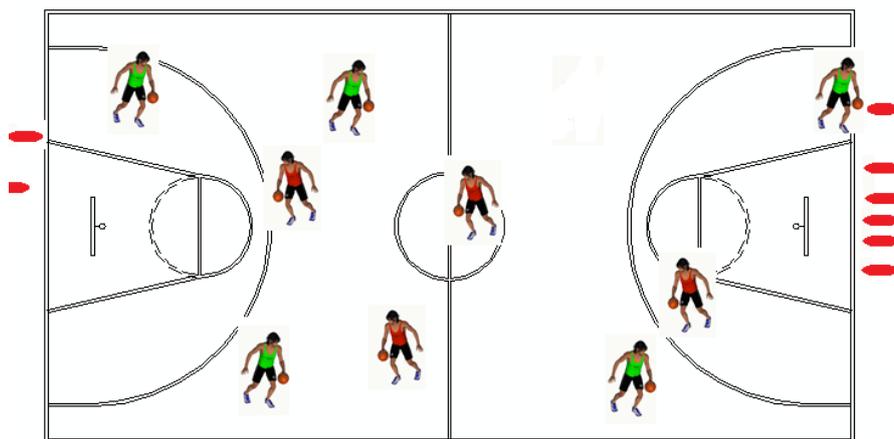


Figura 19. Condición física-cognitiva.

Trascurrido el tiempo de intervención, los investigadores dieron la señal de final y los sujetos se quitaban los pulsómetros y los entregaba a los investigadores colaboradores, los cuales se encargan de su correcto almacenaje para una posterior extracción de los datos.

En cuanto a la condición sedentaria cognitiva, ésta consistió en la lectura de un libro de texto adecuado a su edad y nivel, en concreto un libro del área de Lengua y Literatura en una sala tranquila y en silencio, durante un tiempo idéntico a las otras condiciones.

Tras finalizar cada grupo con su condición, y de manera inmediata, los participantes, volvieron a su aula de referencia, para completar 3 pruebas de la batería neuropsicológica ENFEN, (la prueba de Senderos, la prueba de Anillas y la prueba de Interferencia) que sirvió como post-condición. Tras ello y de manera inmediata, se evaluaron de nuevo las herramientas NASA-TLX (Hart y Staveland, 1988); SAM (Lang, 1980); PANASC (Sandín et al., 1999); STAIC (Spielberger, 1973); GOES (Kilpatrick, Bartholomew, y Riemer, 2003). En la figura 20, se ofrece un esquema de la metodología seguida.

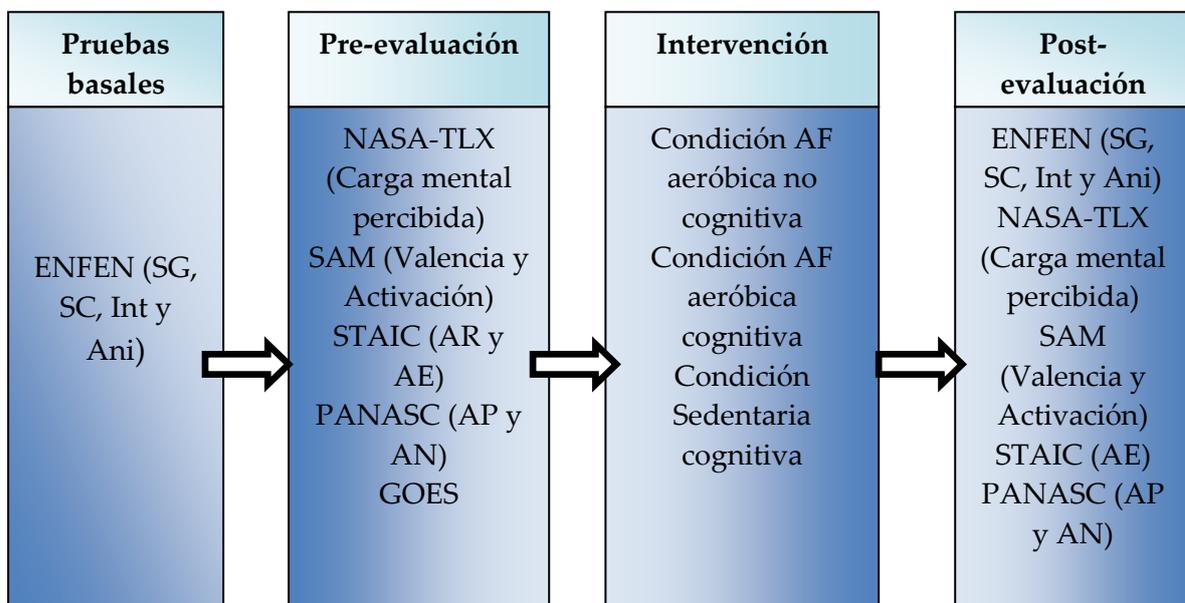


Figura 20. Esquema resumen metodología.

3.2.5. Análisis estadístico

En la organización de los datos se consideró la participación de los individuos en cada una de las tres condiciones (variables independientes), así como, se tuvieron en cuenta cada una de las variables dependientes. Para la realización de este análisis se utilizó como herramienta el programa estadístico IBM SPSS 22. La tabla 15 presenta el tratamiento estadístico que se ha efectuado para cada una de las condiciones.

Tabla 15. Resumen de las pruebas estadísticas realizadas en el estudio 2.

Tratamiento estadístico	FE	NASA-TLX	SAM	PANASC	GOES
Análisis descriptivo (media, mediana, varianza, DE)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Análisis de la varianza (ANOVA) de medidas repetidas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Coefficiente de correlación de Pearson	No	No	No	No	No

En el Anexo VI, se desarrolla una explicación con más detalle de las pruebas estadísticas que se han llevado a efecto.

3.2.5.1. Resultados de las variables control.

3.2.5.1.1. Análisis de la carga interna de las tareas físicas.

Con la intención de cerciorarse que la carga interna de la tarea cumpliera con los requisitos de intensidad moderada-vigorosa, y que ambas tareas tuvieron unos valores similares en esta variable, se utilizó una medida independiente para corroborar esta manipulación. Para ello, se han considerado las medias de las pulsaciones por minuto (ppm) para cada condición experimental. Estos datos permitirán corroborar que las condiciones de AF aeróbica, se mantienen dentro del rango de intensidad moderado-vigoroso, entre el 65-95% de la frecuencia cardiaca máxima (FCM) (Garber et al, 2011), tal y como muestra la tabla 16. Además, en la misma tabla, se recoge la frecuencia cardiaca máxima, mínima y el rango (máxima – mínima). Se ha considerado como FCM en niños entre 6-12 años la derivada de la formula $(208 - (0.7 \times \text{edad}))$ (Tanaka, Monahan y Seals, 2001). Además, en la figura 21, puede observarse la evolución de la media de la frecuencia cardiaca a lo largo del desarrollo de ambas condiciones experimentales.

Tabla 16. Descriptivos pulsaciones.

	Media	DE	Mínimo	Máximo	Rango
Físico	175.69	21.62	121.97	192.38	70.41
FICO	171.36	22.85	122.46	186.92	64.46

DE: desviación estándar.

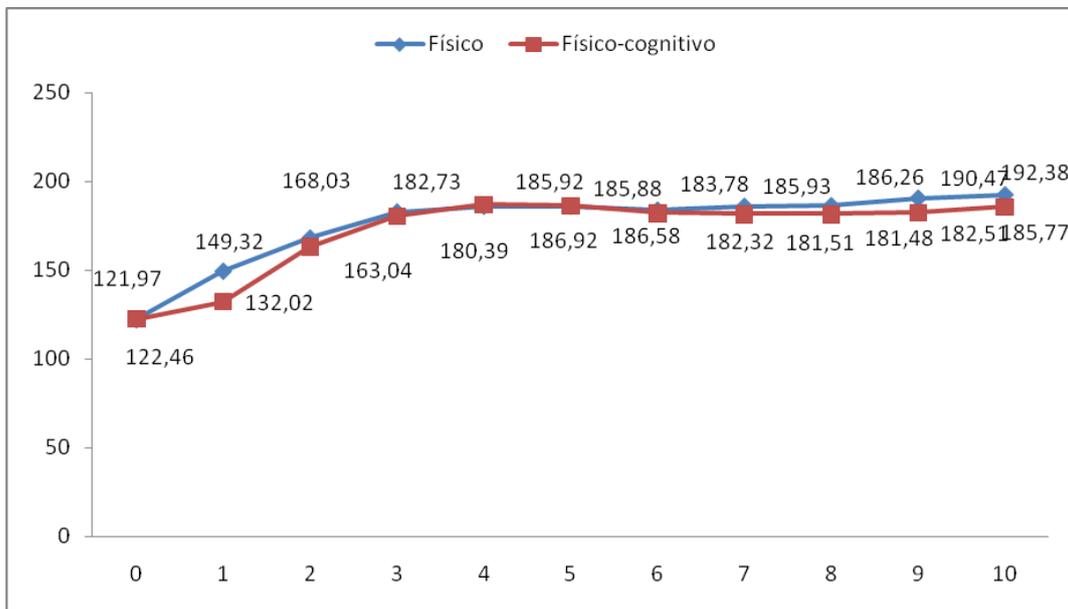


Figura 21. Evolución frecuencia cardiaca media en condiciones experimentales.

La figura 22 muestra las medias de las dos condiciones experimentales para las tres variables. Visualmente se muestran muy parecidas, aunque con la intención de ser exhaustivos se analizarán con más detalle.

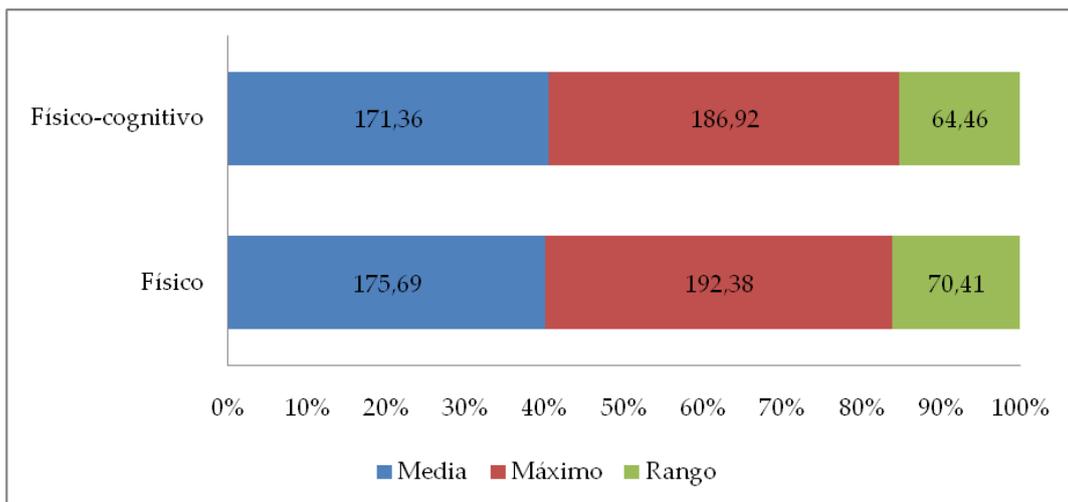


Figura 22. Medias por condición experimental de las mediciones de la frecuencia cardiaca.

Para comprobar si las frecuencias cardiacas medias se comportan en media igual o no, se realizará la prueba T-student para muestras relacionadas. Este análisis permitirá comprobar si el comportamiento es igual con independencia de la condición a la que se someten los participantes, es decir, si se registran la misma frecuencia cardiaca media en las dos condiciones experimentales. Para la aceptación de la hipótesis nula habrá de obtener un p-valor mayor que el nivel de significación, por lo que, si en esta variable se cumple dicha condición, podrá considerarse la afirmación de que la frecuencia cardiaca media ofrece diferencias estadísticamente significativas entre los escolares en las condiciones analizadas.

En el comportamiento de la frecuencia cardiaca media en las dos condiciones evaluadas, observándose un mayor valor en la condición física.



Figura 23. Frecuencia cardiaca media por condicion.

Por su parte, la tabla 17, muestra los resultados de las dos condiciones, sus diferencias emparejadas, su estadístico, los grados de libertad y el nivel de significación crítico. El resultado de la T-student, para el valor del estadístico de prueba, $t = 2.734$, con un nivel de significación del 0.021 que al ser mayor que el nivel de significación (0'05) evidencia la existencia de diferencias significativas permitiendo rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias y evidenciando que, a pesar de la impresión visual de igualdad entre ambas condiciones, estas son estadísticamente diferentes.

Tabla 17. T-student muestras relacionadas frecuencia cardiaca media.

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bil.)
		Media	DE	EEM	95% IC				
					Inferior	Superior			
Par1	Físico - Físico_cognitivo	4.33	5.25	1.58	.80	7.86	2.734	10	.021

DE: desviación estándar, EEM: Error estándar de la diferencia de medias, IC: intervalo de confianza

3.2.5.2. Análisis de las variables cognitivas/ejecutivas Bateria ENFEN.

El objetivo que se busca es comprobar la incidencia que producen las tres condiciones experimentales en las FE evaluadas a través del ENFEN en los participantes.

Lo primero que se realiza es un estudio descriptivo, para conocer el comportamiento de estas variables. La tabla 18 presenta las medidas de centralización (media, mediana, varianza y desviación estándar), pudiendo observar como la variable SG muestra un mayor valor en la condición FICO con una media de puntuación de 41.94, la SC es mayor en la condición sedentaria con una puntuación de 22.55, la Int es la más alta en la condición sedentaria con una puntuación de 103.28 y la Ani es la menor para la condición FICO con una puntuación de 136.39.

En cuanto a la desviación estándar, la cual ofrece información sobre la dispersión de los datos recogidos, y considerando que cuanto mayor sea su valor, mayor será la dispersión de los mismos. En estas variables la que tiene una dispersión mayor es la variable Int para las tres condiciones física-cognitiva con 21.52, sedentaria con 26.45 y física con 30.61.

Tabla 18. Estadísticos descriptivos batería ENFEN.

		Media	Mediana	DE	Varianza
SG	Sedentario	38.66	37.00	12.53	157.06
	Físico	37.83	39.00	10.19	103.91
	FICO	41.94	38.00	14.67	215.23
SC	Sedentario	22.55	21.00	8.41	70.73
	Físico	21.72	19.50	9.76	95.27
	FICO	20.78	18.50	7.89	62.18
Int	Sedentario	103.28	99.00	26.45	699.86
	Físico	100.22	95.50	30.61	937.24
	FICO	93.39	95.00	21.52	463.07
Ani	Sedentario	141.50	144.50	17.85	318.50
	Físico	138.28	138.50	16.77	281.39
	FICO	136.39	139.00	16.28	264.96

DE: desviación estándar.

En relación a la homogeneidad de los datos, en la tabla 19, se presentan los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, atendiendo a la cantidad de muestra del estudio menor de 50 (n=18)

Tabla 19. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

	Estadístico	Shapiro-Wilk gl	Sig.
Sedentario SG	.938	18	.270
Sedentaria SC	.834	18	.005
Sedentario Int	.962	18	.642
Sedentario Ani	.959	18	.577
Físico SG	.987	18	.995
Físico SC	.901	18	.061

Físico Int	.974	18	.874
Físico Ani	.949	18	.410
FICO SG	.941	18	.306
FICO SC	.946	18	.367
FICO Int	.973	18	.857
FICO Ani	.911	18	.091

Nota: * $p < 0.05$

En la figura 24, se ofrece de manera visual las medias y desviaciones estándar de las puntuaciones de las distintas pruebas ejecutivas realizadas.

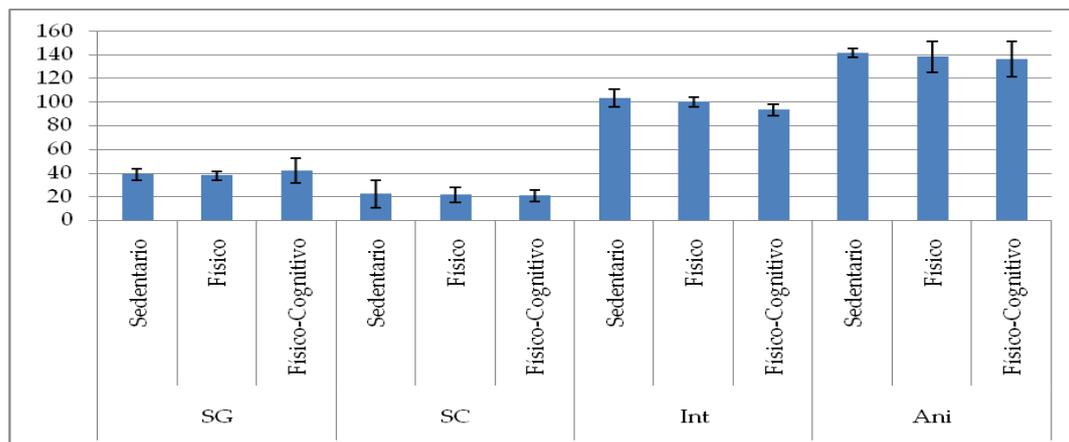


Figura 24. Medias y DE de las pruebas ejecutivas en las diferentes condiciones.

Como puede observarse, todas las variables analizadas en la tabla 26, muestran normalidad en base a la prueba de Shapiro-Wilk, excepto la variable SC en la condición sedentaria con una $p = .005$.

A continuación, y mediante diagramas de cajas, puede comprobarse la homogeneidad variable a variable. Así pues, en las figuras 25, 26, 27 y 28, se puede observar la homogeneidad en los datos de la variable SG, Int y Ani, al poder comprobar como si se toman las cajas y se comparan, estas muestran una clara semejanza en su dibujo, reflejando lo previamente mostrado en la tabla de descriptivos. Por su parte con respecto a la variable SC, en el diagrama de cajas, se

puede comprobar cómo sus valores no son normales y se observa al ver las diferencias en los dibujos respectivos.

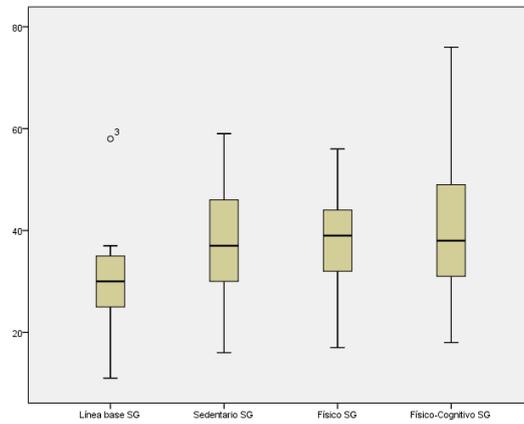


Figura 25. Diagrama de cajas de la variable SG.

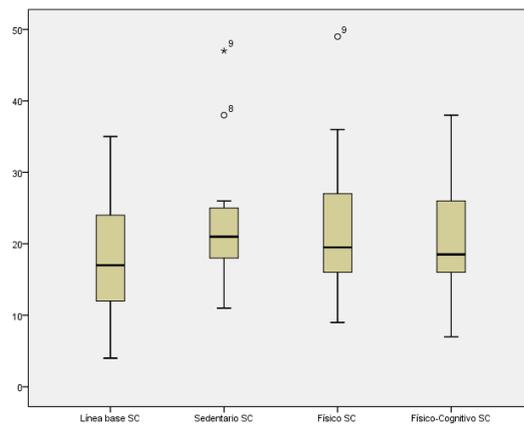


Figura 26. Diagrama de cajas de la variable SC.

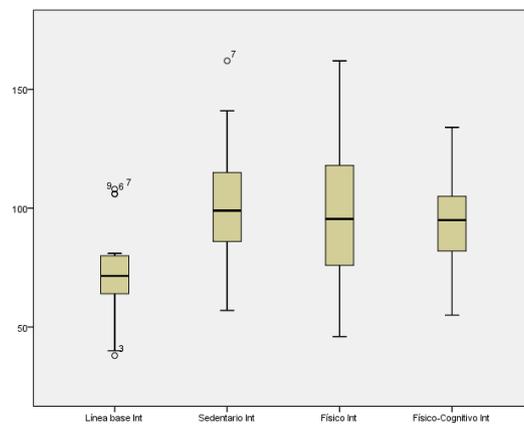


Figura 27. Diagrama de cajas de la variable Int.

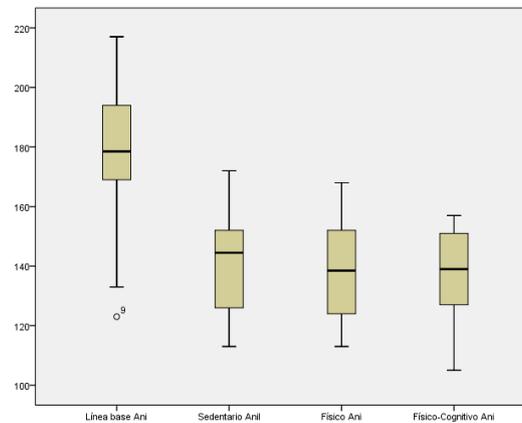


Figura 28. Diagrama de cajas de la variable Ani.

Tras el análisis de la normalidad de los datos, se continúa con el cálculo mediante la prueba de ANOVA factorial de medidas repetidas para analizar la influencia de las tres condiciones (sedentaria, física y FICO). Esta prueba estadística, permite comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas por pares de grupos comparando las medias, para ello se ha ajustado el error de tipo I para que no vaya aumentando, por lo que ajustaremos el efecto el intervalo de confianza a Bonferroni, por ser la más conservadora de las ofrecidas por el paquete estadístico utilizado, SPSS. Realizándose esto para cada una de las pruebas desarrolladas de la batería ENFEN.

3.2.5.2.1. Senderos gris.

En la tabla 20, se muestran los estadísticos descriptivos, ofreciendo para cada una de estas variables dependientes su media, mediana, desviación estándar (DE), varianza. Mostrándose gráficamente las medias y DE en la figura 29.

Tabla 20. Estadísticos descriptivos SG.

	Media	Mediana	DE	Varianza
Sedentario	38.67	37.00	12.53	157.06
Físico	37.83	39.00	10.19	103.91
FICO	41.94	38.00	14.67	215.23

DE: desviación estándar. FICO: físico-cognitiva.

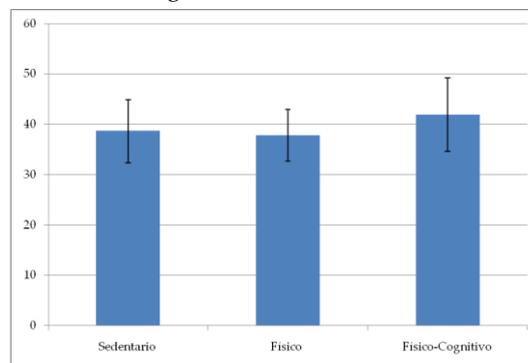


Figura 29. Medias y DE en SG.

La prueba de esfericidad de Mauchly, que se observa en la tabla 21, muestra como se cumple la hipótesis nula, es decir, que no hay diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$) entre las distintas condiciones, por lo que se puede decir que en la variable SG se cumple la condición de esfericidad.

Tabla 21. Prueba de esfericidad de Mauchly^a SG.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
Condición	.818	3.211	2	.201	.846	.930	.500

Al cumplirse la esfericidad de Mauchly ($p > 0.05$) se toma la aproximación de esfericidad asumida como valor del ratio F para cada uno de los factores, como se presenta en la tabla 22.

Tabla 22. Pruebas de efectos dentro de sujetos SG.

Origen		Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA	170.037	2	85.019	1.031	.368	.057
Error(Condición)	EA	2803.963	34	82.469			

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

En base a estos resultados, se observa cómo no existe un efecto principal del tipo de incertidumbre $F(2,34)=1.031$, $p > 0.05$, $\eta=0.57$, en la valoración de la prueba de SG.

En cuanto a las comparaciones por pares de las diferencias de medias de las distintas condiciones estudiadas, las cuales se muestra en la tabla 23, reflejándose la ausencia de diferencias significativas en ninguna de sus posibilidades.

Tabla 23. Comparaciones por parejas SG

(I) Condición	(J) Condición	DM (I-J)	EE	Sig. ^a	95% IC ^a	
					Límite inferior	Límite superior
Sedentario	Físico	.833	3.129	1.000	-7.475	9.142
	FICO	-3.278	3.491	1.000	-12.547	5.991
Físico	Sedentario	-.833	3.129	1.000	-9.142	7.475
	FICO	-4.111	2.347	.294	-10.343	2.121
FICO	Sedentario	3.278	3.491	1.000	-5.991	12.547
	Físico	4.111	2.347	.294	-2.121	10.343

Se basa en medias marginales estimadas

a. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

DM: diferencia de medias. EE: error estándar. IC: intervalo de confianza.

Para una adecuada interpretación de estos resultados, se cree pertinente hacer referencia a la forma de evaluación de esta prueba de senderos grises. Ésta se realizó mediante una puntuación directa, obtenida mediante el recuento del número de aciertos, descontando el número de omisiones y sustituciones, dividido todo ello entre el tiempo empleado en la resolución de la prueba (ver figura 30). Atendiendo a esta forma de evaluación, la cual es la referenciada por los autores de la Batería ENFEN, los mayores resultados obtenidos implican unas más altas tasas de FE. Así pues los resultados obtenidos en la prueba SG, aunque no se encuentran diferencias significativas, la condición FICO es la que, en mayor medida, favorece las más altas tasas de FE evaluadas por esta prueba.

$$\begin{array}{r}
 \text{Aciertos} \quad \text{Omisiones} \quad \text{Sustituciones} \\
 17 \quad - \quad (\quad 2 \quad + \quad 1 \quad) \\
 \hline
 \quad \quad \quad 100 \\
 \quad \quad \quad \text{Tiempo} \\
 \quad \quad \quad \text{(en segundos)} \\
 \text{Parte 1:} \\
 \text{Puntuación total} \quad S1 = \boxed{14}
 \end{array}
 \quad \times 100 = \quad \leftarrow \text{Traslade esta puntuación a la portada}$$

Figura 30. Evaluación por puntuación directa. Tomada de (Portellano, Martínez, y Zumárraga, 2009)

3.2.5.2.2. Senderos color.

La tabla 24 recoge los estadísticos descriptivos (media, mediana, DE, varianza), mostrando para cada una de estas variables dependientes. La figura 31,

muestra visualmente las medias y DE de las diferentes condiciones para esta prueba.

Tabla 24. Estadísticos descriptivos SC.

	Media	Mediana	DE	Varianza
Sedentario	22.56	21.00	8.41	70.73
Físico	21.72	19.50	9.76	95.27
FICO	20.78	18.50	7.89	62.18

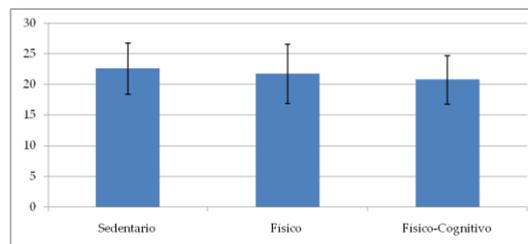


Figura 31. Medias y DE en SC.

La tabla 25 muestra la prueba de esfericidad de Mauchly para la variable SC, pudiendo observar la ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$) entre las distintas condiciones, entendiéndose que la variable SC se cumple la condición de esfericidad.

Tabla 25. Prueba de esfericidad de Mauchly^a SC.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado		Sig.	Épsilon ^b		
		gl			Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
Condición	.988	2	.191	.909	.988	1.000	.500

Como se cumple la esfericidad de Mauchly ($p > .05$) se considera la aproximación de esfericidad asumida, como valor del ratio F para cada uno de los factores, como se presenta en la tabla 26.

Tabla 26. Pruebas de efectos dentro de sujetos SC.

Origen		Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA	28.481	2	14.241	.807	.455	.045
Error(Condición)	EA	600.85	34	17.653			

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

Según estos resultados, se puede decir que no existe un efecto principal del tipo de incertidumbre $F(2,34) = .807$, $p > 0.05$, $\eta = 0.045$, en la valoración de la prueba de SC, no alcanzando significatividad estadística.

En relación a las comparaciones por pares de las diferencias de medias de las interacciones de las distintas condiciones, se observa como en la tabla 27, no se hallan diferencias significativas en ninguna de sus posibilidades.

Tabla 27. Comparaciones por parejas SG

(I) Condición	(J) Condición	DM (I-J)	EE	Sig. ^a	95% IC ^a	
					Límite inferior	Límite superior
Sedentario	Físico	.833	1.454	1.000	-3.026	4.692
	FICO	1.778	1.325	.592	-1.740	5.295
Físico	Sedentario	-.833	1.454	1.000	-4.692	3.026
	FICO	.944	1.420	1.000	-2.825	4.714
FICO	Sedentario	-1.778	1.325	.592	-5.295	1.740
	Físico	-.944	1.420	1.000	-4.714	2.825

Se basa en medias marginales estimadas

a. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

DM: diferencias de medias. EE: error estándar. IC: intervalo de confianza.

Al analizar las diferencias de medias (I-J), se puede observar cómo los valores para la condición sedentaria son mayores que los obtenidos para la condición física (.833) y para la FICO (1.778). Por su parte, si se observa los resultados de las diferencias de medias entre las condiciones física y física-cognitiva, se observa una diferencia positiva a favor de la primera (.944). Si bien, es pertinente hacer mención a que ninguna de estas diferencias es estadísticamente significativa ($p < .05$).

3.2.5.2.3. Interferencia.

En la tabla 28 se presentan los estadísticos descriptivos (media, mediana, DE, varianza) de la variable dependiente interferencia. La figura 32, ofrece gráficamente las medias y DE de los resultados de esta prueba en las distintas condiciones.

Tabla 28. Estadísticos descriptivos Int.

	Media	Mediana	DE	Varianza
Sedentario	103.28	99.00	26.45	699.86
Físico	100.22	95.50	30.61	937.24
FICO	93.39	95.00	21.52	463.07

DE: desviación estándar. FICO: física-cognitiva.

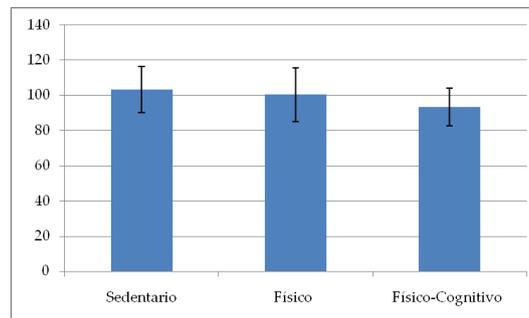


Figura 32. Medias y DE en Interferencia.

La tabla 29 muestra la prueba de esfericidad de Mauchly para la variable Int, pudiendo observar la ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$) entre las distintas condiciones, por lo que puede decirse que en la variable SC se cumple la condición de esfericidad.

Tabla 29. Prueba de esfericidad de Mauchly^a Int.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
Condición	.991	.145	2	.930	.991	1.000	.500

Al cumplirse la esfericidad de Mauchly ($p > .05$) se procede a considerarse la aproximación de esfericidad asumida, como valor del ratio F para cada uno de los factores, tal y como se presenta en la tabla 30.

Tabla 30. Pruebas de efectos dentro de sujetos Int.

Origen		Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA	922.926	2	461.463	2.221	.124	.116
Error(Condición)	EA	7063.074	34	207.737			

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

Ante estos resultados, puede se observa como estadístico del tipo de condición $F(2,34)=2.221$, $p>0.05$, $\eta=0.116$, en la valoración de la prueba de Int, siendo destacable la ausencia de significación estadística ($p<.05$).

Al comparar por pares las diferencias de medias de las interacciones de las tres condiciones investigadas, se observa tal y como presenta la tabla 31, la ausencia de diferencias significativas en ninguna de sus posibilidades.

Tabla 31. Comparaciones por parejas Int

(I) Condición	(J) Condición	DM (I-J)	EE	Sig. ^a	95% IC ^a	
					Límite inferior	Límite superior
Sedentario	Físico	3.056	4.574	1.000	-9.089	15.200
	FICO	9.889	4.951	.186	-3.255	23.033
Físico	Sedentario	-3.056	4.574	1.000	-15.200	9.089
	FICO	6.833	4.880	.538	-6.122	19.789
FICO	Sedentario	-9.889	4.951	.186	-23.033	3.255
	Físico	-6.833	4.880	.538	-19.789	6.122

Se basa en medias marginales estimadas

a. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

DM: diferencias de medias. EE: error estándar. IC: intervalo de confianza.

Tras el análisis de las diferencias de medias (I-J), se ve como arrojan valores para la condición sedentaria con respecto a la física y (3.056) y la FICO (9.889), indicando que los valores de dicha condición sedentaria son más elevados que los de las demás condiciones, comprobándose también la ausencia de significatividad estadística ($p<.05$) en dichas diferencias. En cuanto al análisis de la condición física con respecto a la FICO, se observa una diferencia de signo positivo (6.833), lo que indica que el valor de la media de la condición física es mayor que el de la

condición FICO, no hallándose tampoco significación estadística ($p < .05$) entre ambas.

Siguiendo la tónica de las pruebas precedentes, en la prueba Int, la evaluación se realizó a través de puntuación directa, obtenida esta mediante el recuento del número de aciertos, descontando el número de omisiones y sustituciones, dividido todo ello entre el tiempo empleado en la resolución de la prueba, siguiendo las indicaciones de (Portellano et al., 2009), por lo que cuanto más altos sean los resultados obtenidos mayores serán los niveles de las FE evaluadas.

3.2.5.2.4. Anillas.

En la tabla 32 se muestran los estadísticos descriptivos (media, mediana, DE, varianza) de la variable dependiente anillas. La figura 33 muestra de manera visual las medias y DE en las diferentes condiciones.

Tabla 32. Estadísticos descriptivos Ani.

	Media	Mediana	DE	Varianza
Sedentario	141.50	144.50	17.85	318.50
Físico	138.28	138.50	16.77	281.39
FICO	136.39	139.00	16.28	264.96

DE: desviación estándar. FICO: físico-cognitiva.

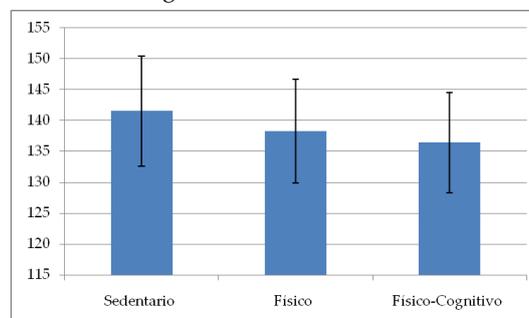


Figura 33. Medias y DE de Anillas.

En la tabla 33, puede observarse la prueba de esfericidad de Mauchly para la variable Ani, pudiendo observar la ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$) entre las tres condiciones investigadas, por lo que en la variable Ani se cumple la condición de esfericidad.

Tabla 33. Prueba de esfericidad de Mauchly^a Ani.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
Condición	.754	4.520	2	.104	.802	.873	.500

En este caso también se cumple la esfericidad de Mauchly ($p > 0.05$) por lo que se procede a considerar la aproximación de esfericidad asumida, como valor del ratio F para cada uno de los factores, como puede observarse en la tabla 34.

Tabla 34. Pruebas de efectos dentro de sujetos Int.

Origen		Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA	240.444	2	120.222	1.775	.185	.095
Error(Condición)	EA	2302.222	34	67.712			

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

De estos resultados se depende un estadístico para el tipo de condición $F(2,34)=1.775$, $p > 0.05$, $\eta=0.095$, en la valoración de la prueba de Ani, donde al igual que ocurría con las anteriores variables referidas a las FE, tampoco hay diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$).

En cuanto a la comparación por pares de las diferencias de medias de las diferencias condiciones, la cuales se presentan en la tabla 35, no se hallan diferencias significativas en ninguna de sus posibilidades.

Tabla 35. Comparaciones por parejas Ani

(I) Condición	(J) Condición	DM (I-J)	EE	Sig. ^a	95% IC ^a	
					Límite inferior	Límite superior
Sedentario	Físico	3.222	2.949	.869	-4.607	11.052
	FICO	5.111	1.967	.056	-.111	10.333
Físico	Sedentario	-3.222	2.949	.869	-11.052	4.607
	FICO	1.889	3.163	1.000	-6.509	10.287
FICO	Sedentario	-5.111	1.967	.056	-10.333	.111
	Físico	-1.889	3.163	1.000	-10.287	6.509

Se basa en medias marginales estimadas

a. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

DM: diferencia de medias. EE: error estándar. IC: intervalo de confianza.

Una vez analizadas las diferencias de medias (I-J), se puede comprobar cómo los valores, ambos de signo positivo, para la condición sedentaria con respecto a la física (3.222) y la FICO (5.1119), indicando que los valores de dicha condición sedentaria son más elevados que los de las demás condiciones, comprobándose también la ausencia de significatividad estadística ($p < .05$) en dichas diferencias, si bien con respecto a la condición FICO se observa una clara tendencia hacia la significatividad ($p = .056$). Con respecto al análisis de la condición física y la FICO, se comprueba cómo hay una diferencia de signo positivo (1.889), lo que indica que el valor de la media de la condición física es mayor que el de la condición FICO, no hallándose tampoco significación estadística ($p < .05$) entre ambas.

Para una adecuada interpretación de estos resultados de esta prueba resulta conveniente indicar el modo de evaluación seguido, siendo este la contabilización del tiempo total utilizado en completar las 14 subpruebas, lo que implica que cuanto menor sea la puntuación obtenida en esta prueba, mejores

serán los niveles de FE evaluados, como son la MT, la FC, la memoria prospectiva y espacial, entre otras.

Por tanto, y en función de los resultados obtenidos, se puede decir que es la condición FICO consigue unos niveles mayores que la condición sedentaria en las FE que valora la prueba de anillas.

3.2.5.2.5. Covariaciones.

Otras variables que se han evaluado en este estudio, y que a pesar de que serán consideradas como variables independientes, y, por ende, se analizará su influencia como covariables de las variables dependientes. En concreto, algunas de estas covariables serán del ámbito psicológico, como serían la orientación al ego como la orientación a la tarea de los sujetos participantes en el estudio, siendo estas dos covariables registradas a través del GOES (Kilpatrick et al., 2003), en su versión validada en español por (Moreno, López, Martínez Galindo, Alonso, y González-Cutre, 2007), también se han tenido en cuenta como covariables aquellas derivadas de la PANASC (Sandin, 2003), obteniéndose los afectos positivos y negativos que han suscitado las condiciones en los participantes.

Senderos gris:

Orientación a la tarea y al ego.

Con respecto a las orientaciones al ego y a la tarea y tras tratar los datos mediante el cálculo del ANOVA de medidas repetidas correspondiente, se han obtenido que la prueba de esfericidad de Mauchly, no se ve afectada su ausencia de significatividad para las incertidumbres ($p=0.364$), ergo, su esfericidad tampoco varía. Las pruebas de efectos intrasujetos (ver tabla 43), arrojan resultados similares a los aquellos en donde no se consideran covariable alguna.

Así, para la covariable de “orientación a la tarea” para los factores de la incertidumbre, el estadístico es $F(2,34) = 2.939, p > 0.05, \eta = 0.246$. Mientras que para la covariable “orientación al ego”, encontramos para los factores de la incertidumbre un $F(2,34) = .954, p > 0.05, \eta = 0.096$.

En relación con los afectos positivos y negativos, los resultados del ANOVA, muestran que en referencia a la prueba de esfericidad de Mauchly, decir que esta no se ve afectada su ausencia de significatividad ($p = 0.364$) para las incertidumbres, por lo que su esfericidad no se modifica.

Afectividad positiva y negativa.

En cuanto a los cálculos de efectos intrasujetos (ver tabla 36), y considerando la esfericidad asumida, no se hallan diferencias estadísticamente significativas para las distintas incertidumbres cuando se considera la covariable PANASC positiva, así cuando se covaría con la afectividad positiva con la condición sedentaria el estadístico obtenido es $F(2,34) = 0.043, p > 0.05, \eta = 0.005$, con la condición física es $F(2,34) = 1.379, p > 0.05, \eta = 0.133$, y para la condición FICO se obtiene $F(2,34) = 1.884, p > 0.05, \eta = 0.173$.

En el caso de la covariable PANASC negativo, los resultados obtenidos han sido para la condición sedentaria es $F(2,34) = 1.062, p > 0.05, \eta = 0.106$ en la condición física es $F(2,34) = 0.851, p > 0.05, \eta = 0.086$, y para la condición FICO se obtiene $F(2,34) = 0.346, p > 0.05, \eta = 0.037$.

Tabla 36. Pruebas de efectos dentro de sujetos SG covariadas.

Origen	Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA 33.751	2	16.875	.226	.800	.024
Condición * ORIENTACION_TAREA	EA 439.562	2	219.781	2.939	.079	.246
Condición * ORIENTACION_EGO	EA 142.696	2	71.348	.954	.404	.096
Condición * CON_POST_PANASC_POS	EA 6.472	2	3.236	.043	.958	.005

Condición *	EA	158.839	2	79.420	1.062	.366	.106
CON_POST_PANASC_NEG							
Condición *	EA	206.206	2	103.103	1.379	.277	.133
FIS_POST_PANASC_POS							
Condición *	EA	127.296	2	63.648	.851	.443	.086
FIS_POST_PANASC_NEG							
Condición *	EA	281.743	2	140.871	1.884	.181	.173
FICO_POST_PANASC_POS							
Condición *	EA	51.746	2	25.873	.346	.712	.037
FICO_POST_PANASC_NEG							
Error(Condición)	EA	1346.089	18	74.783			

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

Senderos color:

Orientación a la tarea y al ego.

Esta variable, al coviarla con las orientaciones al ego y a la tarea, arroja los siguientes resultados para el cálculo de un ANOVA de medidas repetidas con una prueba de esfericidad de Mauchly, que no se ve afectada su ausencia de significatividad para las distintas incertidumbres ($p=0.764$). Así pues, su esfericidad no se modifica. Las pruebas de efectos intrasujetos (ver tabla 44) ofrecen unos datos análogos a los aquellos en donde no se consideran covariable alguna.

Para la covariable de "orientación a la tarea" para los factores de la incertidumbre, el estadístico es $F(2,34)=0.386$, $p>0.05$, $\eta=0.041$. Mientras que para la covariable "orientación al ego", encontramos para los factores de la incertidumbre un $F(2,34)=1.481$, $p>0.05$, $\eta=0.141$.

El estudio de los afectos positivos y negativos, derivados de la realización de un ANOVA de medidas repetidas, indican que la prueba de esfericidad de Mauchly, no ve afectada su ausencia de significatividad ($p=0.764$) para las incertidumbres, por lo que su esfericidad no se modifica. En base a esto se analizarán:

Afectividad positiva y negativa.

En cuanto a los cálculos de efectos intrasujetos (ver tabla 37), y considerando la esfericidad asumida, muestran diferencias estadísticamente significativas para las distintas incertidumbres cuando se considera la covariable PANASC positiva, así cuando se covaría con la afectividad positiva con la condición sedentaria el estadístico obtenido es $F(2,34) = 3.349$, $p = 0.058$, $\eta = 0.271$, en la condición física es $F(2,34) = 1.896$, $p > 0.05$, $\eta = 0.174$, y para la condición FICO se obtiene $F(2,34) = 0.210$, $p = 0.812$, $\eta = 0.023$.

En el caso de la covariable PANASC negativo, los resultados obtenidos han sido para la condición sedentaria es $F(2,34) = 0.903$, $p > 0.05$, $\eta = 0.091$, en la condición física es $F(2,34) = 0.735$, $p > 0.05$, $\eta = 0.075$, y para la condición FICO se obtiene $F(2,34) = 0.927$, $p > 0.05$, $\eta = 0.093$.

Tabla 37. Pruebas de efectos dentro de sujetos SC covariadas.

Origen	Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA	76.384	2	38.192	2.521	.108 .219
Condición * ORIENTACION_TAREA	EA	11.681	2	5.841	.386	.686 .041
Condición * OORIENTACION_EGO	EA	44.882	2	22.441	1.481	.254 .141
Condición * CON_POST_PANASC_POS	EA	101.446	2	50.723	3.349	.058 .271
Condición * CON_POST_PANASC_NEG	EA	27.367	2	13.684	.903	.423 .091
Condición * FIS_POST_PANASC_POS	EA	57.444	2	28.722	1.896	.179 .174
Condición * FIS_POST_PANASC_NEG	EA	22.263	2	11.131	.735	.493 .075
Condición * FICO_POST_PANASC_POS	EA	6.375	2	3.188	.210	.812 .023
Condición * FICO_POST_PANASC_NEG	EA	28.072	2	14.036	.927	.414 .093
Error(Condición)	EA	272.655	18	15.147		

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

Interferencia:

Orientación a la tarea y al ego.

Al covariar esta variable dependiente con las orientaciones al ego y a la tarea, se obtienen los siguientes resultados para el cálculo de un ANOVA de medidas repetidas con una prueba de esfericidad de Mauchly, que no se ve afectada su ausencia de significatividad para las distintas incertidumbres investigadas ($p=0.340$), no modificándose por tanto su esfericidad. En cuanto a las pruebas de efectos intrasujetos (ver tabla 45), éstas muestran datos semejantes a aquellos en los que no se tienen en cuenta elementos covariables. Así pues, para la covariable de “orientación a la tarea” para los factores de la incertidumbre, el estadístico es $F(2,34)=0.331$, $p>0.05$, $\eta=0.035$.

Mientras que para la covariable “orientación al ego”, encontramos para los factores de la incertidumbre un $F(2,34)=0.517$, $p>0.05$, $\eta=0.054$.

El estudio de los afectos positivos y negativos, derivados de la realización de un ANOVA de medidas repetidas, indican que la prueba de esfericidad de Mauchly, no ve afectada su ausencia de significatividad ($p=0.340$) para las condiciones estudiadas, por lo que su esfericidad no se modifica. En base a esto se analizarán:

Afectividad positiva y negativa.

En cuanto a los cálculos de efectos intrasujetos (ver tabla 38), y considerando la esfericidad asumida, muestran diferencias estadísticamente significativas para las distintas incertidumbres cuando se considera la covariable PANASC positiva, así cuando se covaría con la afectividad positiva en la condición sedentaria el estadístico obtenido es $F(2,34)=0.835$, $p>0.05$, $\eta=0.085$, en la condición física es $F(2,34)=0.019$, $p>0.05$, $\eta=0.002$, y para la condición FICO se obtiene $F(2,34)=0.021$, $p>0.05$, $\eta=0.002$.

En el caso de la covariable PANASC negativo, los resultados obtenidos han sido para la condición sedentaria es $F(2,34) = 1.848, p > 0.05, \eta = 0.170$ en la condición física es $F(2,34) = 0.380, p > 0.05, \eta = 0.040$, y para la condición FICO se obtiene $F(2,34) = 0.114, p > 0.05, \eta = 0.013$.

Tabla 38. Pruebas de efectos dentro de sujetos Int covariadas.

Origen	Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA 161.407	2	80.703	.377	.691	.040
Condición * ORIENTACION_TAREA	EA 141.944	2	70.972	.331	.722	.035
Condición * OORIENTACION_EGO	EA 221.737	2	110.869	.517	.605	.054
Condición * CON_POST_PANASC_POS	EA 358.106	2	179.053	.835	.450	.085
Condición * CON_POST_PANASC_NEG	EA 792.036	2	396.018	1.848	.186	.170
Condición * FIS_POST_PANASC_POS	EA 7.969	2	3.985	.019	.982	.002
Condición * FIS_POST_PANASC_NEG	EA 162.714	2	81.357	.380	.689	.040
Condición * FICO_POST_PANASC_POS	EA 8.948	2	4.474	.021	.979	.002
Condición * FICO_POST_PANASC_NEG	EA 49.069	2	24.535	.114	.892	.013
Error(Condición)	EA 3857.745	18	214.319			

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

Anillas:

Orientación a la tarea y al ego.

Para esta variable dependiente cuando se covaría con las variables independientes de orientaciones al ego y a la tarea, se obtienen los siguientes resultados para el cálculo de un ANOVA de medidas repetidas con una prueba de esfericidad de Mauchly, que no se ve afectada su ausencia de significatividad para las incertidumbres ($p=0.083$), no modificándose por tanto su esfericidad. En cuanto a las pruebas de efectos intrasujetos (ver tabla 46), éstas muestran datos similares a aquellos en los que no se tienen en cuenta elementos covariados. Así pues, para la covariable de "orientación a la tarea" para los factores de la incertidumbre, el estadístico es $F(2,34)=0.213$, $p>0.05$, $\eta=0.023$. Mientras que para la covariable "orientación al ego", encontramos para los factores de la incertidumbre un $F(2,34)=1.052$, $p>0.05$, $\eta=0.105$.

El estudio de los afectos positivos y negativos, derivados de la realización de un ANOVA de medidas repetidas, indican que la prueba de esfericidad de Mauchly, no ve afectada su ausencia de significatividad ($p=0.083$) para las incertidumbres, por lo que su esfericidad no se modifica. En base a esto se analizarán:

Afectividad positiva y negativa.

En cuanto a los cálculos de efectos intrasujetos (ver tabla 39), y considerando la esfericidad asumida, muestran diferencias estadísticamente significativas para las distintas incertidumbres analizadas cuando se considera la covariable PANASC positiva, así cuando se covaría con la afectividad positiva en la condición sedentaria el estadístico obtenido es $F(2,34)=1.230$, $p>0.05$, $\eta=0.120$, en la condición física es $F(2,34)=4.065$, $p<0.05$, $\eta=0.311$, y para la condición FICO se obtiene $F(2,34)=3.4040$, $p=0.056$, $\eta=0.274$.

En el caso de la covariable PANASC negativo, los resultados obtenidos han sido para la condición sedentaria es $F(2,34)=.189$, $p>0.05$, $\eta=0.021$ en la condición física es $F(2,34)=2.614$, $p>0.05$, $\eta=0.225$, y para la condición FICO se obtiene $F(2,34)=1.354$, $p>0.05$, $\eta=0.131$.

Tabla 39. Pruebas de efectos dentro de sujetos Ani covariadas.

Origen		Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA	13.886	2	6.943	.113	.894	.012
Condición * ORIENTACION_TAREA	EA	26.227	2	13.113	.213	.810	.023
Condición * OORIENTACION_EGO	EA	129.285	2	64.642	1.052	.370	.105
Condición * CON_POST_PANASC_POS	EA	151.131	2	75.566	1.230	.316	.120
Condición * CON_POST_PANASC_NEG	EA	23.217	2	11.609	.189	.829	.021
Condición * FIS_POST_PANASC_POS	EA	498.958	2	249.479	4.061	.035	.311
Condición * FIS_POST_PANASC_NEG	EA	321.201	2	160.600	2.614	.101	.225
Condición * FICO_POST_PANASC_POS	EA	418.253	2	209.126	3.404	.056	.274
Condición * FICO_POST_PANASC_NEG	EA	166.408	2	83.204	1.354	.283	.131
Error(Condición)	EA	1105.803	18	61.433			

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

Además, de estas covariables, también se destaca el estudio y análisis de diferentes covariables demográficas que pudiesen ejercer cierta influencia en los resultados obtenidos en los ANOVAs de medidas repetidas calculados en las diferentes pruebas evaluadas. Las variables independientes de tipo demográfico que se han tenido en cuenta han sido la edad, el sexo, la lateralidad, el índice de masa corporal (IMC), la práctica deportiva, el deporte practicado, las horas semanales dedicadas al deporte, la percepción del rendimiento académico y la percepción de la capacidad de resolución de problemas novedosos. No

encontrando que ninguna de estas covariables, haya ejercido influencia alguna, pues no se han hallado variaciones estadísticamente significativas ($p < 0.05$) sobre los resultados y comparaciones realizadas en ninguna de las tres condiciones contempladas.

Una vez llevado a cabo el análisis de las distintas condiciones sobre las FE, se pasará a analizar las variables emocionales.

3.2.5.4. Análisis del estado emocional.

El objetivo de la utilización de este instrumento es la evaluación de los efectos en las dimensiones emocionales de la valencia afectiva y del nivel de activación o arousal, tras la realización de las tres condiciones en los sujetos.

Se realiza en primer lugar un estudio descriptivo, para conocer el comportamiento de estas variables. La tabla 40 presenta las medidas de centralización (media, mediana, varianza y desviación estándar), pudiendo observar como la variable valencia muestra un mayor valor tras la condición sedentaria con una media de puntuación de 8.00, mientras que la variable activación muestra su mayor valor 7.22 tras la condición FICO.

En cuanto a la desviación estándar, la cual ofrece información sobre la dispersión de los datos recogidos, y considerando que cuanto mayor sea su valor, mayor será la su dispersión. En estas variables la que tiene una dispersión mayor es la variable Int para las tres condiciones física-cognitiva con 21.52, sedentaria con 26.45 y física con 30.61.

Si se observa la DE, considerando que a más alto valor más elevada es la dispersión de los datos, puede observarse que globalmente es menor en la valencia afectiva que en el nivel de activación, destacando la postcondición física con la mayor DE para la valencia 2.57 y para la activación 3.16.

Ademas, la figura 34 ofrece visualmente los resultados para las medias y DE de ambos elementos, valencia y activación.

Tabla 40. Estadísticos descriptivos SAM.

			Media	Mediana	DE	Varianza
Valencia	Sedentario	Pre	8.06	8.00	1.16	1.35
		Post	8.00	9.00	1.64	2.70
	Físico	Pre	7.78	9.00	2.23	5.00
		Post	7.22	8.00	2.57	6.65
	FICO	Pre	8.61	9.00	.77	.60
		Post	7.67	9.00	1.97	3.88
Activación	Sedentario	Pre	4.83	5.00	3.11	9.67
		Post	4.11	3.50	3.06	9.39
	Físico	Pre	5.11	5.00	2.56	6.57
		Post	5.89	7.00	3.16	9.98
	FICO	Pre	5.00	5.00	2.80	7.88
		Post	7.22	8.50	2.41	5.83

DE: desviación estándar.

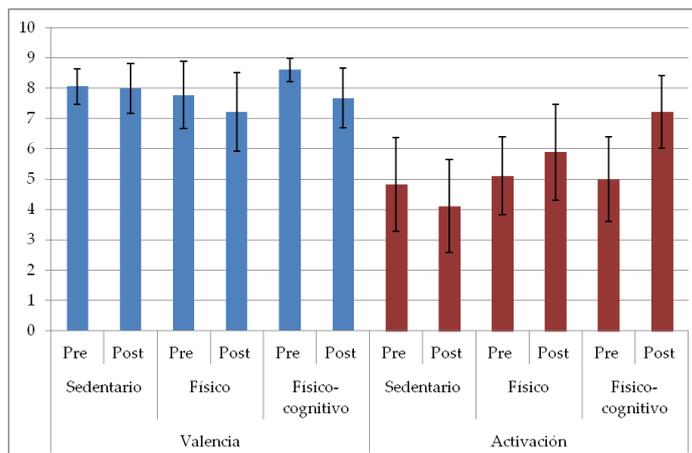


Figura 34. Medias y DE de valencia y activación.

Con respecto a la homogeneidad de los datos, la tabla 41, ofrece los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, atendiendo a la cantidad de muestra del estudio menor de 50 ($n=18$).

Tabla 41. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

n=18			Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.
Sedentario	Pre	Valencia	.790	18	.001
		Activación	.866	18	.015
	Post	Valencia	.665	18	.000
		Activación	.854	18	.010
Físico	Pre	Valencia	.634	18	.000
		Activación	.941	18	.296
	Post	Valencia	.715	18	.000
		Activación	.825	18	.004
FICO	Pre	Valencia	.533	18	.000
		Activación	.903	18	.066
	Post	Valencia	.714	18	.000
		Activación	.775	18	.001

Nota: * $p < .05$

Cómo se desprende de la tabla 48, ninguna de las variables analizadas muestra normalidad según la prueba de Shapiro-Wilk, excepto la variable activación en la precondición física con una $p=0.296$.

A continuación, mediante diagramas de cajas, se analizará la homogeneidad variable a variable. Así pues, en la figura 35, se puede observar la homogeneidad en los datos de la variable valencia en los momentos pre-post de las tres condiciones, al poder comprobar como si se toman las cajas y se comparan, puede ver como apenas hay semejanza en sus dibujos, concordando con lo previamente indicado.

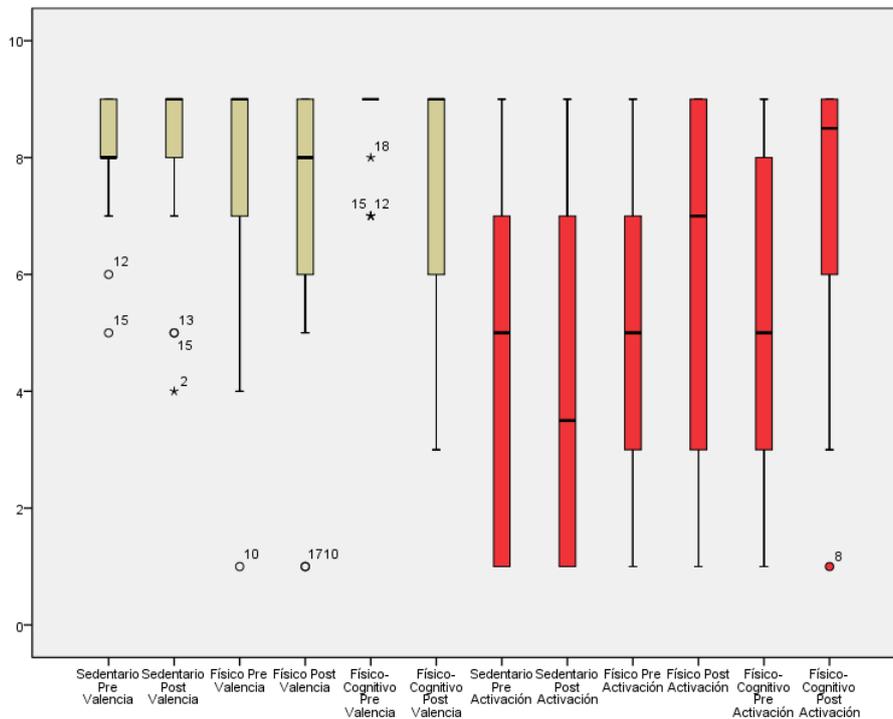


Figura 35. Diagrama de cajas general homogeneidad SAM.

Una vez analizada la ausencia de normalidad de los datos, y a pesar de ella, se continuará con el cálculo de un ANOVA factorial de medidas repetidas para analizar las tres condiciones experimentales, tanto antes de ellas como inmediatamente a posteriori. Esta prueba estadística cuenta con la potencia suficiente para obviar la no normalidad de los datos. Asimismo, mediante dicha prueba estadística se puede comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas por pares de grupos comparando las medias, para ello se ha ajustado el error de tipo I con la intención de que este no tenga un incremento continuo, por lo que se ajustará el efecto del intervalo de confianza a Bonferroni, por ser la más conservadora de las ofrecidas por el SPSS, realizándose estos cálculos tanto para la valencia afectiva como para el nivel de arousal/activación.

3.2.5.4.1. Análisis nivel de valencia emocional.

En la tabla 42, se ofrecen respecto a la valencia emocional, un conjunto de datos estadísticos descriptivos, tales como su media, mediana, DE y varianza.

Tabla 42. Estadísticos descriptivos valencia.

		Media	Mediana	DE	Varianza
Sedentario	Pre	8.06	8.00	1.16	1.35
	Post	8.00	9.00	1.645	2.71
Físico	Pre	7.78	9.00	2.24	5.01
	Post	7.22	8.00	2.58	6.65
FICO	Pre	8.61	9.00	.77	.60
	Post	7.67	9.00	1.97	3.88

La tabla 43 muestra la prueba de esfericidad de Mauchly, observándose diferencias estadísticamente significativas en el efecto de la incertidumbre entre las distintas condiciones ($p < 0.05$), mientras que para la interacción entre la incertidumbre y el momento, no existen dichas diferencias ($p > 0.05$), pudiendo sugerir que para la interacción incertidumbre*Pre-Post de la valencia emocional se cumple la condición de esfericidad, no siendo así para el efecto único de la incertidumbre, donde se considerara la condición Greenhouse-Geisser, por ser la más conservadora de las ofrecidas por el programa estadístico SPSS.

Tabla 43. Prueba de esfericidad de Mauchly^a Valencia.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox.			Épsilon ^b		Límite inferior
		Chi-cuadrado	gl	Sig.	Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	
Condición	.635	7.260	2	.027	.733	.785	.500
Pre-Post	1.000	.000	0	.	1.000	1.000	1.000
Condición * Pre-Post	.787	3.839	2	.147	.824	.901	.500

Al presentarse un cumplimiento parcial de la esfericidad de Mauchly, tomaremos como valor de referencia para el ratio F la aproximación de Greenhouse-Geisser para la incertidumbre, mientras que para la interacción de la incertidumbre y el momento Pre-Post se ha considerado la aproximación de esfericidad asumida, mostrándose en la tabla 44.

Tabla 44. Pruebas de efectos dentro de sujetos Valencia.

Efecto inter sujetos		Tipo III SC	Gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	GG	8.389	1.465	5.724	.960	.371	.053
Error(Condición)	GG	148.611	24.913	5.965			
Pre-Post	EA	7.259	1	7.259	3.421	.082	.168
Error(Pre-Post)	EA	36.074	17	2.122			
Condición * Pre-Post	EA	3.574	2	1.787	1.123	.337	.062
Error(Condición *Pre-Post)	EA	54.093	34	1.591			

GG: Greenhouse-Geisser .EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

Con los resultados a la vista, puede decirse que no hay una interacción significativa entre los factores momento de evaluación y condición $F(2,34)=1.123$, $p>0.05$, $\eta=0.062$, en la valoración de la prueba de la valencia. Tampoco se encuentra un efecto principal para el efecto del tipo de condición $F(2,34)=.960$, $p>0.05$, $\eta=0.53$, en esta variable. Sin embargo para el momento de evaluación Pre-Post $F(1,17)=3.421$, $p=.082$, $\eta=0.168$, sugiriéndose que los resultados muestran cierta tendencia hacia la significación de sus diferencias en la emocionalidad antes y después de realizar las condiciones.

A continuación, se procederá a realizar las comparaciones por pares de las diferencias de medias de las interacciones de ambos factores, como se observa en la tabla 45, al separar las distintas condiciones de incertidumbre y confrontarlas con los dos momentos de evaluación precondición y postcondición, pudiendo observar cómo existen diferencias estadísticamente significativas para la condición FICO. Sin embargo, cuando se aísla el momento pre-post y se compara por pares con respecto a las condiciones (tabla 46), se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones sedentaria y FICO antes de

realizarlas, mientras que una vez finalizadas dichas condiciones las diferencias no se mantienen.

Tabla 45. Comparaciones por parejas Valencia (Incertidumbre-Momento)

Condición	(I) Pre- Post	(J) Pre- Post	DM (I-J)	EE	Sig. ^b	95% IC ^b	
						Límite inferior	Límite superior
Sedentario	Pre	Post	.056	.286	.848	-.547	.658
	Post	Pre	-.056	.286	.848	-.658	.547
Físico	Pre	Post	.556	.579	.350	-.665	1.776
	Post	Pre	-.556	.579	.350	-1.776	.665
FICO	Pre	Post	.944*	.416	.036	.067	1.822
	Post	Pre	-.944*	.416	.036	-1.822	-.067

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

DM: diferencias de medias. EE: error estándar. IC: intervalo de confianza.

Al analizar las diferencias de medias (I-J), se observa cómo los valores en el post son menores y en el caso de la condición FICO estadísticamente significativos ($p < 0.05$) para unos valores pre ($M=8.61$, $DE=.77$) y post ($M=7.67$, $DE=1.97$). En el caso de la condición sedentaria, estas diferencias prácticamente son nulas, lo que indica que dicha condición ha permitido que la valencia emocional se mantuviera estable.

Tabla 46. Comparaciones por parejas SG (Momento-Incertidumbre)

Pre_Post	(I) Carga	(J) Carga	DM (I-J)	EE	Sig. ^b	95% IC ^b	
						Límite inferior	Límite superior
Pre	Sedentario	Físico	.278	.529	1.000	-1.127	1.682
		FICO	-.556*	.185	.024	-1.046	-.065
	Físico	Sedentario	-.278	.529	1.000	-1.682	1.127

		FICO	-.833	.538	.419	-2.261	.594
	FICO	Sedentario	.556*	.185	.024	.065	1.046
		Físico	.833	.538	.419	-.594	2.261
	Sedentario	Físico	.778	.703	.851	-1.088	2.644
		FICO	.333	.518	1.000	-1.041	1.708
Post	Físico	Sedentario	-.778	.703	.851	-2.644	1.088
		FICO	-.444	.789	1.000	-2.539	1.650
	FICO	Sedentario	-.333	.518	1.000	-1.708	1.041
		Físico	.444	.789	1.000	-1.650	2.539

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

DM: diferencias de medias. EE: error estándar. IC: intervalo de confianza.

Al estudiar las diferencias de medias (I-J), se observa cómo en el momento pre entre las condiciones sedentaria y la FICO se encuentran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.5$), no hallándose este tipo de diferencias en las valoraciones realizadas por los participantes tras la realización de las diferentes condiciones experimentales, sugiriéndose una gran estabilidad en la comparación de medias al ofrecer las mismas una p cercana a la unidad o directamente la unidad, como es el caso de la comparación entre las condiciones física y física-cognitiva y la condiciones sedentarias y FICO.

Tras el análisis de la valencia afectiva, seguiremos con la otra dimensión que se ha evaluado a través del SAM, el nivel de activación o arousal.

3.2.5.4.2. Análisis del nivel de activación/arousal.

Se da inicio al estudio de esta variable con el análisis de los datos estadísticos descriptivos, que se muestran en la tabla 47, la cual ofrece los valores de su media, mediana, DE, varianza.

Tabla 47. Estadísticos descriptivos Activación.

		Media	Mediana	DE	Varianza
Sedentario	Pre	4.83	5.00	3.11	9.67
	Post	4.11	3.50	3.06	9.40
Físico	Pre	5.11	5.00	2.56	6.57
	Post	5.89	7.00	3.16	9.99
FICO	Pre	5.00	5.00	2.80	7.88
	Post	7.22	8.50	2.41	5.83

DE: desviación estándar. FICO: físico-cognitiva.

En la tabla 48 se muestran los resultados de la prueba de esfericidad de Mauchly, pudiendo verse como no existen diferencias estadísticamente significativas, cumpliéndose con ello la hipótesis nula ($p < 0.05$) entre las diferentes condiciones, ni entre la interacción momento e incertidumbre, pudiendo entenderse que en el nivel de activación se cumple la condición de esfericidad.

Tabla 48. Prueba de esfericidad de Mauchly^a SG.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi- cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Límite inferior
Condición	.875	2.135	2	.344	.889	.986	.500
Pre_Post	1.000	.000	0	.	1.000	1.000	1.000
Condición *							
Pre_Post	.878	2.080	2	.353	.891	.989	.500

Al verificarse la esfericidad de Mauchly ($p > 0.05$) se tomará la aproximación de esfericidad asumida, como valor del ratio F para cada uno de los factores y para la interacción de ambos, tal y como se muestra en la 49 56.

Tabla 49. Pruebas de efectos dentro de sujetos SG.

Origen		Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA	49.389	2	24.694	3.800	.032	.183
Error(Condición)	EA	220.944	34	6.498			
Pre-Post	EA	15.565	1	15.565	2.176	.158	.113
Error(Pre-Post)	EA	121.602	17	7.153			
Condición * Pre-Post	EA	39.019	2	19.509	5.293	.010	.237
Error(Condición *Pre-Post)	EA	125.315	34	3.686			

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrático promedio. EPC: eta parcial al cuadrado.

Según estos resultados, se puede decir que no existe una interacción significativa entre los factores momento de evaluación Pre-Post $F(1,17)=2.176$, $p>0.05$, $\eta=0.113$, en la valoración de la prueba de nivel de activación. Mientras que sí que se observan significación estadística para los tipos de incertidumbre $F(2,34)=3.800$, $p<0.05$, $\eta=0.183$, y para la interacción entre la incertidumbre y los momentos de evaluación $F(2,34)=5.293$, $p<0.05$, $\eta=0.237$.

A continuación, se procederá al análisis de las comparaciones por pares de las diferencias de medias de las interacciones de ambos factores, como se refleja en la tabla 50, la muestra se ha dividido en las condiciones según su incertidumbre y se comparan con el momento de evaluación precondición y postcondición, reflejando cómo existen diferencias estadísticamente significativas entre los pre-post de las condiciones sedentaria y FICO. Sin embargo, cuando se aísla el momento pre-post y se compara por pares con respecto a las tres condiciones, tabla 51, se observan diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones sedentarias y la FICO ($p<0.05$) tras su finalización.

Tabla 50. Comparaciones por parejas Activación (Condición-Momento)

Condición	(I) Pre- Post	(J) Pre- Post	DM (I-J)	EE	Sig. ^b	95% IC ^b	
						Límite inferior	Límite superior
Sedentario	Pre	Post	.722*	.300	.028	.088	1.356
	Post	Pre	-.722*	.300	.028	-1.356	-.088
Físico	Pre	Post	-.778	.902	.401	-2.681	1.126
	Post	Pre	.778	.902	.401	-1.126	2.681
FICO	Pre	Post	-2.222*	.842	.017	-3.999	-.445
	Post	Pre	2.222*	.842	.017	.445	3.999

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

DM: diferencias de medias. EE: error estándar. IC: intervalo de confianza.

Tabla 51. Comparaciones por parejas SG (Momento-Condición)

Pre- Post	(I) Condición	(J) Condición	DM (I-J)	EE	Sig. ^b	95% IC ^b	
						Límite inferior	Límite superior
Pre	Sedentario	Físico	-.278	.426	1.000	-1.410	.854
		FICO	-.167	.733	1.000	-2.113	1.780
	Físico	Sedentario	.278	.426	1.000	-.854	1.410
		FICO	.111	.740	1.000	-1.855	2.077
Post	FICO	Sedentario	.167	.733	1.000	-1.780	2.113
		Físico	-.111	.740	1.000	-2.077	1.855
	Sedentario	Físico	-1.778	.941	.228	-4.277	.721
		FICO	-3.111*	.851	.006	-5.371	-.851
Físico	Sedentario	1.778	.941	.228	-.721	4.277	
	FICO	-1.333	.719	.243	-3.241	.574	
FICO	Sedentario	3.111*	.851	.006	.851	5.371	
	Físico	1.333	.719	.243	-.574	3.241	

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

DM: diferencias de medias. EE: error estándar. IC: intervalo de confianza.

A través de las diferencias de medias (I-J), se observa cómo los valores en el post son mayores en la condición física y física-cognitiva y estadísticamente significativos sólo en esta última. Además, destaca la condición FICO al mostrar significación tanto en los momentos Pre-Post como en la comparación con la condición sedentaria.

3.2.5.4.3. *Covariables SAM.*

3.2.5.4.3.1. *Valencia*

Orientación a la tarea y al ego.

A continuación, se analizarán los efectos de considerar covariables del ámbito psicológico, como la orientación al ego y la orientación a la tarea de los sujetos participantes en el estudio, siendo estas dos covariables registradas a través de la Escala de medida de las orientaciones de metas en el ejercicio (GOES) Kilpatrick, Bartholomew, y Riemer (2003), en su versión validada en español (Moreno et al., 2007).

En relación a la prueba de esfericidad de Mauchly, decir que esta no se ve afectada su ausencia de significatividad ($p=0.566$) para las incertidumbres y ($p=0.779$) para la interacción entre las incertidumbres y el momento de evaluación, ergo, su esfericidad tampoco varía. Las pruebas de efectos intrasujetos arrojan resultados similares a los aquellos en donde no se consideran covariable alguna. Con respecto a la covariable de “orientación a la tarea” para los factores de la incertidumbre, el estadístico es $F(2,34)=0.202$, $p>0.05$, $\eta=0.063$, para el momento Pre-Post $F(1,17)=0.130$, $p>0.05$, $\eta=0.041$ y para la interacción de ambos $F(2,34)=1.406$, $p>0.05$, $\eta=0.319$.

Mientras que para la covariable “orientación al ego”, encontramos para los factores de la incertidumbre un $F(2,34)=.320$, $p>0.05$, $\eta=0.096$, para el momento Pre-Post $F(1,17)=0.045$, $p>0.05$, $\eta=0.154$ y para la interacción de ambos $F(2,34)=0.303$, $p>0.05$, $\eta=0.092$.

En cuanto a la comparación por pares, la introducción de las de estas dos covariables, no tiene influencia en la significación estadística de ni entre las diferentes condiciones ni entre los momentos de evaluación, manteniéndose los casos en que si que existían dichas diferencias significativas en el Pre-Post de las condiciones sedentaria ($p=0.039$) y física-cognitiva ($p=0.019$), y en el post entre las condiciones sedentaria y FICO ($p=0.005$).

Afectividad positiva y negativa.

Otras covariables que se han considerado son la derivadas de la PANASC (Sandin, 2003), mediante esta escala se han obtenido los afectos positivos y negativos que han suscitado las condiciones en los participantes.

Así, en referencia a la prueba de esfericidad de Mauchly, decir que esta no se ve afectada su ausencia de significatividad ($p=0.566$) para las incertidumbres y ($p=0.779$) para la interacción entre las incertidumbres y el momento de evaluación, ergo, su esfericidad tampoco varía. En cuanto a los cálculos de efectos intrasujetos, y considerando la esfericidad asumida, muestran diferencias estadísticamente significativas para las distintas incertidumbres cuando se considera la covariable PANASC positiva, así cuando se covaría con la afectividad positiva en la postcondición sedentaria el estadístico obtenido es $F(2,34)= 3.653$, $p>0.05$, $\eta=0.549$, en la postcondición física es $F(2,34)= 7.163$, $p<0.05$, $\eta=0.295$, y para la postcondición FICO se obtiene $F(2,34)= .717$, $p>0.05$, $\eta=0.193$. Para el momento Pre-Post se obtienen para la condición sedentaria $F(1,17)= .661$, $p>0.05$, $\eta=0.181$, para la condición física $F(1,17)= .468$, $p>0.05$, $\eta=0.135$, y para la condición FICO, con un estadístico $F(1,17)= .001$, $p>.05$, $\eta=0.000$. Y en cuanto a la interacción entre las incertidumbres de las condiciones y los momentos de evaluación Pre-Post, se obtienen diferencias significativas al tener en cuenta la covariable del afecto positivo tras la condición sedentaria con un estadístico $F(2,34)= 2.237$, $p>0.05$, $\eta=0.427$, para la condición física $F(2,34)= .962$, $p>0.05$, $\eta=0.423$ y para la FICO $F(2,34)=.763$, $p>0.05$, $\eta=0.203$.

Con respecto a la covariable PANASC negativo, se obtienen los siguientes resultados en la postcondición sedentaria el estadístico obtenido es $F(2,34)= .913$, $p>0.05$, $\eta=0.233$, en la postcondición física es $F(2,34)= .719$, $p<0.05$, $\eta=0.193$, y para

la postcondición FICO se obtiene $F(2,34) = .527, p > 0.05, \eta = 0.149$. Para el momento Pre-Post se obtienen para la condición sedentaria $F(1,17) = .042, p > 0.05, \eta = 0.014$, para la condición física $F(1,17) = .743, p > 0.05, \eta = 0.198$ y para la condición FICO, con un estadístico $F(1,17) = .983, p > 0.05, \eta = 0.247$. Y en cuanto a la interacción entre las incertidumbres de las condiciones y los momentos de evaluación Pre-Post, se obtienen diferencias significativas al tener en cuenta la covariable del afecto positivo tras la condición sedentaria con un estadístico $F(2,34) = .661, p > 0.05, \eta = 0.181$, para la condición física $F(2,34) = 1.807, p > 0.05, \eta = 0.376$ y para la FICO $F(2,34) = 2.063, p > 0.05, \eta = 0.407$.

3.2.5.4.3.2. Activación/arousal.

Orientación a la tarea y al ego.

En cuando a la posible influencia en los resultados de otras covariables del ámbito psicológico, se han tenido en cuenta tanto la orientación al ego como la orientación a la tarea de los sujetos participantes en el estudio, siendo estas dos covariables registradas a través de la Escala de medida de las orientaciones de metas en el ejercicio (GOES) Kilpatrick, Bartholomew, y Riemer (2003), en su versión validada en español (Moreno et al., 2007).

En relación a la prueba de esfericidad de Mauchly, decir que esta no se ve afectada su ausencia de significatividad ($p = 0.424$) para las incertidumbres y ($p = 0.415$) para la interacción entre las incertidumbres y el momento de evaluación, ergo, su esfericidad tampoco varía. Las pruebas de efectos intrasujetos arrojan resultados similares a los aquellos en donde no se consideran covariable alguna.

Así, para la covariable de "orientación a la tarea" para los factores de la incertidumbre, el estadístico es $F(2,34) = 0.131, p > 0.05, \eta = 0.042$, para el momento Pre-Post $F(1,17) = 1.020, p > 0.05, \eta = 0.254$ y para la interacción de ambos $F(2,34) = 1.691, p > 0.05, \eta = 0.361$.

Mientras que para la covariable "orientación al ego", encontramos para los factores de la incertidumbre un $F(2,34) = 1.633, p > 0.05, \eta = 0.352$, para el momento Pre-Post $F(1,17) = .069, p > 0.05, \eta = 0.022$ y para la interacción de ambos $F(2,34) = .806, p > 0.05, \eta = 0.212$.

En cuanto a la comparación por pares, la introducción de las de estas dos covariables, no tiene influencia en la tendencia hacia la significación estadística en la precondition entre las condiciones sedentaria y FICO ($p=.06$).

Afectividad positiva y negativa.

Otras covariables que se han considerado son la derivadas de la PANASC (Sandin, 2003), mediante esta escala se han obtenido los afectos positivos y negativos que han suscitado las condiciones en los participantes.

Así, en referencia a la prueba de esfericidad de Mauchly, decir que esta no se ve afectada su ausencia de significatividad ($p=0.278$) para las incertidumbres y ($p=0.235$) para la interacción entre las incertidumbres y el momento de evaluación, ergo, su esfericidad tampoco varía. En cuanto a los cálculos de efectos intrasujetos, y considerando la esfericidad asumida, no se muestran diferencias estadísticamente significativas para las distintas incertidumbres cuando se considera la covariable PANASC positiva, así cuando se covaría con la afectividad positiva en la postcondición sedentaria el estadístico obtenido es $F(2,34)=1.527$, $p>0.05$, $\eta=0.339$, en la postcondición física es $F(2,34)=.436$, $p>0.05$, $\eta=0.127$, y para la postcondición FICO se obtiene $F(2,34)=.173$, $p>0.05$, $\eta=0.055$. Para el momento Pre-Post no se obtiene significatividad al considerar el afecto negativo en la condición FICO, con un estadístico $F(1,17)=6.620$, $p>.05$, $\eta=0.688$, para la condición física $F(1,17)=3.233$, $p>.05$, $\eta=0.519$ y para la FICO $F(1,17)=.282$, $p>.05$, $\eta=0.086$. Y en cuanto a la interacción entre las incertidumbres de las condiciones y los momentos de evaluación Pre-Post, no se obtienen diferencias significativas al tener en cuenta la covariable del afecto positivo tras la condición sedentaria con un estadístico $F(2,34)=4.207$, $p>0.05$, $\eta=0.584$, para la física $F(2,34)=2.250$, $p>0.05$, $\eta=0.429$ y para la FICO $F(2,34)=1.335$, $p>0.05$, $\eta=0.308$

y también para la covariable de afecto negativo tras la condición física $F(2,34)=4.199$, $p<0.05$, $\eta=0.276$.

Con respecto a la covariable PANASC negativo, se obtienen los siguientes resultados en la postcondición sedentaria el estadístico obtenido es $F(2,34)=.538$, $p>0.05$, $\eta=0.152$, en la postcondición física es $F(2,34)=.303$, $p>0.05$, $\eta=0.092$, y para la postcondición FICO se obtiene $F(2,34)=1.104$, $p>0.05$, $\eta=0.269$. Para el momento

Pre-Post se obtienen para la condición sedentaria $F(1,17) = 6.6032, p > 0.05, \eta = 0.688$, para la condición física $F(1,17) = .414, p > 0.05, \eta = 0.121$ y para la condición FICO, con un estadístico $F(1,17) = .853, p > .05, \eta = 0.221$. Y en cuanto a la interacción entre las incertidumbres de las condiciones y los momentos de evaluación Pre-Post, se obtienen diferencias significativas al tener en cuenta la covariable del afecto positivo tras la condición sedentaria con un estadístico $F(2,34) = 3.195, p > 0.05, \eta = 0.516$, para la condición física $F(2,34) = .647, p > 0.05, \eta = 0.177$ y para la FICO $F(2,34) = .399, p > 0.05, \eta = 0.117$.

3.3. ESTUDIO 3

3.3.1. Objetivos.

En relación al Estudio 3, se detallan a continuación los objetivos planteados.

El objetivo general en este estudio es comprobar si la manipulación de la CM de tareas específicas de fútbol, con requerimientos físicos y coordinativos propios de las demandas del juego, tiene un efecto agudo en el rendimiento cognitivo posterior relacionado con las funciones ejecutivas de una muestra de jugadores jóvenes amateurs de fútbol.

Por su parte, los objetivos específicos, se han dividido en seis:

OE1. Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol sobre la capacidad de inhibición en jóvenes jugadores de fútbol.

OE2. Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol sobre la MT en jóvenes jugadores de fútbol.

OE3. Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol sobre la FC en jóvenes jugadores de fútbol.

OE4. Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol, sobre la valencia emocional durante y al finalizar la tarea en jóvenes jugadores de fútbol.

OE5. Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol, sobre el estado de activación emocional durante y al finalizar la tarea en jóvenes jugadores de fútbol.

OE6. Analizar los cambios en la percepción subjetiva de carga de los participantes durante una tarea con demandas físicas, cognitivas y coordinativas, y sobre una tarea con demandas únicamente físicas y coordinativas específicas de fútbol.

3.3.2. Hipótesis.

Las hipótesis para este estudio se concretan en las siguientes cinco:

H₁: La CM de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de fútbol optimiza la capacidad de inhibición de jugadores jóvenes en fútbol.

H₂: La CM de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de fútbol optimiza la MT de jugadores jóvenes en fútbol.

H₃: La CM de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de fútbol optimiza la FC de jugadores jóvenes en fútbol.

H₄: La CM de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de fútbol aumenta el estado de activación de jugadores jóvenes en fútbol.

H₅: La CM de una tarea con demandas físicas y mentales específicas de fútbol disminuye el nivel de valencia emocional de jugadores jóvenes en fútbol.

3.3.3. Variables.

Durante el diseño del estudio se establecieron una serie de variables que fueron clasificadas en independientes (representan las causas que provocan el fenómeno), dependientes (representan el fenómeno observable y medible) y contaminantes (representan factores que pueden distorsionar los resultados del estudio).

Variable independiente (VI).

La VI de este estudio fue la CM, con dos factores: presencia o ausencia de CM durante una tarea con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol.

Variabes dependientes (VD).

De tipo psicológico:

VD₁: Capacidad de inhibición.

VD₁: MT.

VD₁: FC.

VD₃: Nivel de valencia emocional.

VD₅: Nivel de activación.

Variables control (VC).

De tipo fisiológico:

VC₁: Altura.

VC₂: Peso.

VC₃: Índice de Masa Corporal (IMC).

De tipo personal:

VC₄: Edad.

VC₅: Sexo.

VC₆: Lateralidad.

De tipo psicológico:

VC₇: Carga mental subjetiva.

Variables extrañas o contaminantes (VE).

VE₁: El proceso de intervención del entrenador. La información facilitada a los deportistas antes de las tareas fue estrictamente auditiva y de manera descriptiva y a todos los participantes al mismo tiempo, con la intención de informar a los jugadores sobre las normas y reglas de las diferentes condiciones experimentales, así como de la organización de las tareas (número y tiempo de las series, etc.).

VE₂: Efecto orden de las condiciones de entrenamiento, para evitar y controlar el efecto orden se contrabalancearon tanto las condiciones experimentales como las pruebas de evaluación escritas.

VE₃: Expectancia (Behar, 1993), para el control de esta variable contaminante, a los investigadores encargados de recoger toda la información no se les suministró el objeto del estudio, ni tampoco las hipótesis planteadas. Disponiendo únicamente de la información necesaria para recoger la información solicitada.

VE₄: Interpretación del sistema de categorías, este problema se solucionó mediante: el entrenamiento de los observadores hasta que estos lograran alcanzar un índice de correlación muy alto con respecto al investigador principal (p.e.: Pearson>0.85).

3.3.4. Método.

3.3.4.1. Población y muestra.

Participaron 28 futbolistas varones con una edad comprendida entre 18 y 22 años que militan en equipos de fútbol semiprofesional como el UCAM Murcia C.F.B., de tercera división. Todos los participantes eran sujetos sanos y activos físicamente. Estos deportistas se ofrecieron voluntarios para participar en el experimento, previa firma del consentimiento informado (ver Anexo IV y V), habiendo sido aprobado previamente por el Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Católica de Murcia (UCAM). En la tabla 52, se reflejan las características antropométricas de la muestra.

Tabla 52: Características antropométricas de los deportistas.

n=28	Edad (años)	Altura (cm)	Peso (Kg)	IMC
Media	20,06	177,60	72,82	23,06
DE	1,23	7,39	6,11	,79

DE: desviación estándar.

El tipo de muestreo seleccionado fue no probabilístico por conveniencia o casual (Bisquerra, 2014), caracterizado por “ser individuos a los que se tienen facilidad de acceso (McMillan y Schumacher, 2005). Ante este tipo de muestreo, autores como McMillan y Schumacher (1993) advierten que una muestra de este tipo no es representativa de una población mayor, lo que conlleva la necesaria precaución a la hora de generalizar los resultados.

Además, se ha calculado el tamaño del efecto de la muestra a fin de comprobar su consistencia interna a través de la intercorrelación de los participantes, para este cálculo se ha utilizado el programa estadístico G*Power, en su versión 3.1.9.2., el cual ha sido diseñado para realizar estimaciones de la potencia estadística y del tamaño del efecto (Erdfelder et al., 1996; Faul et al., 2007). Los resultados obtenidos indican que la muestra del presente estudio cuenta con un tamaño del efecto de 0.62.

3.3.4.2. Materiales

Con respecto a los instrumentos y materiales utilizados para llevar a cabo este estudio, destacan principalmente diferentes herramientas de evaluación tanto cognitiva como de personalidad o conducta. Aunque también se han considerado otros materiales referidos al control de aspectos antropométricos.

Así pues, se pasa a describir y exponer la utilidad, y forma de evaluación y registro de dichos los materiales.

3.3.4.2.1. Herramientas de evaluación cognitiva, ejecutiva y de personalidad.

3.3.4.2.1.1. Design Fluency Test (DF) de Delis-Kaplan Executive Function System.

Se seleccionó por ser una de las baterías de evaluación de funciones ejecutivas con mayor amplitud en su utilización (Baggetta y Alexander, 2016), y con una fiabilidad de retest que van desde .62 a .80 (Homack, Lee, y Riccio, 2005). Se trata de una tarea no verbal, de lápiz y papel perteneciente a la batería D-KEFS, contando con el objetivo de evaluar las funciones ejecutivas. El test consta de tres ensayos de 60 segundos cada uno, ejecutándose por separado, consistiendo esta prueba en realizar todos los diseños diferentes con cuatro líneas conectando círculos rellenos (primera prueba), círculos vacíos (segunda prueba) y alternando entre círculos rellenos y vacíos (tercera prueba). Resultando fundamental el no repetir diseños, así como cumplir las reglas que se establecen. Destaca la focalización del segundo ensayo sobre la inhibición, y la del tercero sobre la FC (Benzing, Heinks, Eggenberger, y Schmidt, 2016). Se trata de una tarea de multiprocesamiento que solicita del ejecutante aspectos como creatividad, inhibición de respuesta, MT, exploración y FC (Vestberg et al., 2012), pudiendo por tanto entenderse esta prueba como una evaluación general de las FE básicas. Una muestra de esta prueba puede verse en la figura 36.

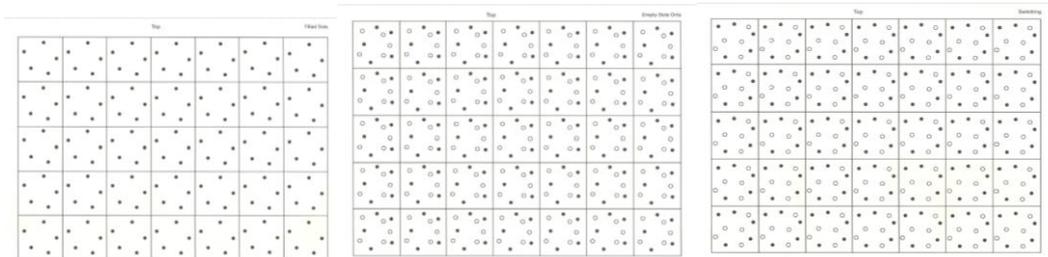


Figura 36. Pruebas DF.

3.3.4.2.1.2. Test Stroop (S).

Se utilizó para la evaluación de la inhibición. Esta herramienta busca evaluar la capacidad de selección de la información, inhibiendo aquellas respuestas automáticas y enunciando la respuesta correcta (Soprano, 2003). Esta prueba se compone de tres partes, palabras (P), colores (C) y palabras/colores (PC). En la primera, consta de un listado de 100 palabras “rojo”, “verde”, “azul” “amarillo”, debiendo el evaluado decir el mayor número posible de ellas en 45

3.3.4.2.1.3. Secuenciación de letras y números (LyN).

Se trata de un subtest de la batería de la Escala de Inteligencia de Wechsler para adultos WAIS-III, en concreto esta prueba mide la MT, la cual permite el mantenimiento y manipulación temporal de la información durante la ejecución de una tarea o actividad. La realización de esta prueba consiste en tras una presentación oral de una serie de letras y números mezclados, se debe de recordar diversas series de letras y números, las cuales se presentan en una dificultad creciente, debiendo de ordenar mentalmente los números de manera ascendente y las letras alfabéticamente. En la figura 38 se recogen las distintas secuenciaciones que se desarrollaron para la evaluación en este estudio.

Letras y números

TERMINACIÓN
3 puntos en los tres intentos de un elemento

PUNTUACIÓN
0 o 1 en cada respuesta
Puntuación en cada elemento =
Intento 1 + Intento 2 + Intento 3

Intento	Elemento	Respuesta correcta	Plant. Intento	Puntuación elemento
1	L2 0L	0	1	
1	SP SP	0	1	0 1 2
3	84 58	0	1	
1	F3L7FL	0	1	
2	R4D 40R	0	1	0 1 2
3	R18 18H	0	1	
1	T883 38AT	0	1	
3	V136 132V	0	1	0 1 2 3
3	7884L 84L8	0	1	
1	30451 15505	0	1	
4	K0C78 57C85	0	1	0 1 2 3
3	8F3Y9 359PY	0	1	
1	M4E7Q2 247EMQ	0	1	
5	W886F3 366FW	0	1	0 1 2 3
3	808430 259405	0	1	
1	R38425C 134503Z	0	1	
6	57840X7 257801X	0	1	0 1 2 3
3	618884D 148DEHR	0	1	
1	SH553H8A 2558AH8S	0	1	
7	D18884K3 134880KR	0	1	0 1 2 3
3	7887461Z 1067FMTZ	0	1	

Puntuación directa (máximo 21)

Figura 38. Prueba de Letras y Números.

3.3.4.2.1.4. NASA Task Load index (NASA-TLX).

Las diferentes metodologías que se han aplicado en algunos de los estudios analizados en la revisión sistemática de esta tesis, ya fuera para evaluar las FE mediante la modificación de los niveles de incertidumbre, la implicación cognitiva en las tareas, o bien a través de la variabilidad de aspectos de índole cuantitativa (duración, intensidad, etc.), van a implicar modificaciones de variables motrices, fisiológicas y psicológicas (Medina, 2015).

En el presente estudio, se ha utilizado el NASA-TLX (Hart y Staveland, 1988), el cual debido entre otros aspectos a su validez comprobada, y facilidad de uso, han hecho que sea uno de las herramientas de evaluación de la CM subjetiva más utilizadas (Charlton, 2002; Hancock y Meshkati, 1988; Marras y Karwowski, 2006; Rutledge et al., 2009; Salvendy, 1997; Wierwille y Eggmeier, 1993), habiéndose aplicado en la percepción de la CM en el ámbito laboral (Díaz, Rubio, Martín, y Luceño, 2010a; González y Gutiérrez, 2006), así como en sistemas de interacción físicos (Barrera-Gálvez, Díaz-Pérez, Villarreal, Quezada, y Domínguez-Ramírez, 2014), y por supuesto también en el ámbito deportivo (Camacho, 2016).

Esta herramienta presupone que la CM es un constructo hipotético que representa el costo en el que incurre un sujeto al tratar de alcanzar un nivel específico de rendimiento (Díaz, Rubio, Martín, y Luceño, 2010), permitiendo valoraciones de las tareas desde perspectivas multidimensionales, ofrece puntuaciones globales de la carga de trabajo, a través de medias ponderadas de 6 subescalas que abarcan los factores relevantes dentro de los aspectos subjetivos de la carga de trabajo. Esta herramienta entiende que la carga de trabajo debe definirse como una combinación de factores destacando entre ellos la apreciación subjetiva de la carga. El NASA TLX considera las diferencias individuales en cuanto a la percepción de la carga, y para ello primero establece la definición de las fuentes de carga y posteriormente las valora.

Las 6 subescalas que contempla el NASA TLX serían las siguientes:

✓ Exigencia mental, la cual responde a cuestiones como, ¿qué cantidad de actividad mental y perceptiva ha sido necesaria? Por ejemplo: pensar, decidir, calcular, recordar, buscar, investigar, etc. ¿ha sido una tarea fácil o difícil, simple o compleja, pesada o ligera?

✓ Exigencia física, la cual responde a cuestiones como, ¿cuánta AF ha sido necesaria? Por ejemplo: empujar, tirar, girar, pulsar, accionar, etc. ¿ha sido una tarea fácil o difícil, lenta o rápida, relajada o cansada?

✓ Exigencia temporal, la cual responde a cuestiones como, ¿qué cantidad de presión de tiempo ha sentido, ha tenido que ver el ritmo al cual se desarrollaban las tareas o los elementos de las tareas? ¿ese ritmo era lento y pausado o rápido y frenético?

✓ Exigencia de esfuerzo, el cual responde a cuestiones como, ¿en qué medida ha sido necesario el trabajo físico o mental para alcanzar su nivel de resultados?

✓ Exigencia de rendimiento, el cual responde a cuestiones como, ¿cree que ha tenido éxito en los objetivos establecidos? ¿cuál es su grado de satisfacción con su nivel de ejecución?

✓ Nivel de frustración, el cual responde a cuestiones como, ¿en qué medida se ha sentido inseguro, desalentado, irritado, tenso o preocupado; o por el contrario, se ha sentido seguro, contento, relajado y satisfecho, durante el desarrollo de la tarea?

La metodología que utiliza esta herramienta se basa en que supone que las fuentes de carga impuestas por la tarea determinan la sensación subjetiva de carga del sujeto. Dentro de este método se hallan dos fases, una de ponderación y otra de puntuación. En la fase de ponderación se determina la inclinación de cada sujeto hacia cada una de las seis dimensiones como fuente potencial de CM (López, Rubio, Martín, y Luceño, 2010). Esta fase se realiza antes de completar la tarea, obteniéndose con ella los valores por los que se ponderan las estimaciones de carga al calcular el índice global de CM de una tarea o combinación de ellas. Para su obtención se utiliza un procedimiento de comparación binaria, estableciéndose 15 comparaciones para las seis dimensiones (ver figura XX), donde el sujeto debe elegir de cada par, la que percibe como mayor fuente de carga, en base al número de veces que una dimensión es seleccionada se obtendrá un peso, variando este desde 0 cuando la dimensión no ha sido seleccionada ninguna vez, hasta 5 cuando la dimensión ha sido seleccionada cada vez que ha aparecido. Por otra parte, la fase de puntuación de cada una de las subescalas, las cuales se muestran divididas en una línea con 20 intervalos idénticos y la cual gradúa cada dimensión de menos a más. Los resultados permitirán a los investigadores la identificación de los factores predominantes, la comparación de la carga de trabajo de distintas tareas, entre otros, a través del índice global de CM que ofrece el cálculo de ambas fases. Para una mayor descripción del procedimiento se puede consultar la NTP (Nota Técnica de Prevención) número 544 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Arquer y Nogareda, 1999). En la tabla 53, se pueden observar las comparaciones entre subescalas y en la figura 39 las subescalas de puntuación.

Tablas 53. Comparaciones entre subescalas NASA TLX.

F-M	T-F	T-Fr
T-M	R-F	T-E
R-M	Fr-F	R-Fr
Fr-M	E-F	R-E
E-M	T-R	E-Fr

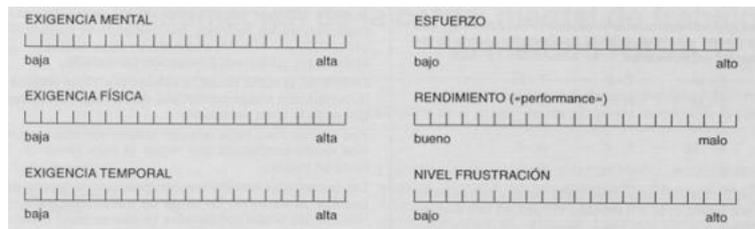


Figura 39. Escalas de puntuación NASA-TLX.

3.3.4.2.1.5. Maniquín de autoevaluación. Self-assessment manikin. (SAM).

Este cuestionario ha sido convenientemente explicado en el estudio previo, tanto en lo referido a su metodología, objetivos y finalidad.

3.3.4.2.2. Herramientas de evaluación antropométrica.

Para la evaluación antropométrica y el control de la carga física de las condiciones de AF aeróbicas, se optó por la utilización de los siguientes instrumentos y/o materiales:

Para determinar el peso se empleó una báscula digital referencia Tanita UM-061 Scale Plus bodyfat (ver figura xx), cuya capacidad máxima es de 150 Kg y realiza incrementos de 0,1 Kg; el peso fue registrado en kilogramos (Kg).

Por su parte, la talla fue tomada con un estadiómetro portátil referencia: Seca 213 (ver figura 40), capacidad máxima de 205 cm, e indica incrementos de 1 mm; la talla fue registrada en centímetros (cm), esta herramienta resulta pertinente debido a la facilidad de desplazamiento, siendo un instrumento habitual en los centros escolares, lo que implicó una habituabilidad en su uso por parte de la muestra del presente estudio.



Figura 40. Báscula digital y estadiómetro portátil.

3.3.4.3. *Diseño y procedimiento.*

Para este estudio, se ha optado por un diseño intrasujeto contrabalanceado con medidas repetidas postcondición (Hernández et al., 2010), sobre dos condiciones, una física aeróbica específica de fútbol con CM y otra similar pero en ausencia de CM. Todo ello con un corte experimental que elimine las diferencias individuales y que ayude a establecer qué demandas mentales de las tareas son las causantes de los cambios esperados.

Este tipo de diseño, se caracteriza mediante grupos relacionados o dependientes, donde cada sujeto es evaluado de forma repetida en cada una de las condiciones de la variables independientes, conociéndose este diseño como diseño de medidas repetidas (Keselman et al., 2001).

A continuación, se desarrolla las distintas fases del procedimiento seguidas en este estudio.

Sesión informativa.

Se procedió a la firma del consentimiento informado escrito (ver Anexo IV y V) por los participantes de manera voluntaria, y tras haber sido aprobado previamente por el Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Católica de Murcia (UCAM), dichos participantes fueron distribuidos en las dos condiciones experimentales de manera aleatorizada, y posteriormente se contrabalancearán. Inicialmente antes de las condiciones experimentales, se llevará a cabo una familiarización con las tareas físicas a evaluar y de las pruebas de evaluación cognitiva y emocional. Además, en esta sesión informativa se tomaron los datos demográficos y antropométricos de los participantes.

Sesiones experimentales.

Tras la realización de la sesión informativa, se dio paso a las sesiones experimentales, siendo necesarias 2 sesiones experimentales, las cuales se desarrollaron durante el horario habitual de entrenamiento del equipo UCAM FC., a la misma hora el mismo día de la semana, el jueves de 09:00 a 12:00 horas. En ambas se siguió idéntico procedimiento, salvo en el contrabalanceo de los grupos antes mencionado, organizándose de la siguiente manera para controlar el “efecto orden” (ver tabla 54).

Tabla 54. Distribución condiciones en sesiones estudio 3.

Condición	Sesión 1	Sesión 2
Condición con carga mental (CCM)	Grupo 1	Grupo 2
Condición sin carga mental (SINCM)	Grupo 2	Grupo 1

Los deportistas fueron citados con una diferencia horaria de 15 minutos en el campo de fútbol del Mayayo (Sangonera la Verde), a fin de evitar que estuvieran presentes durante la realización de las condiciones de otros compañeros y así evitar el posible aprendizaje de las secuencias en la condición CCM. Antes de comenzar con la sesión, el equipo investigador instaló los elementos necesarios para el correcto desarrollo de las pruebas (conos, parapetos, balones, equipo informativo y auditivo). Se les indicó a los participantes que durante los cinco minutos previos a la prueba realizaran un breve calentamiento, consistente en carreras lentas con movilidad articular dinámica, dando paso tras su finalización a la realización de la condición correspondiente.

La primera condición experimental, consistirá en una tarea física aeróbica en un rango de intensidad moderada-vigorosa SINCM. La tarea consiste en recorrer los lados de un cuadrado de 10x10m con diferentes velocidades de desplazamiento y pararse en los vértices de dicho cuadrado. Desde los vértices A y D deberá realizar un sprint. Desde los vértices B y C debe iniciar un trote hasta el siguiente vértice. Antes de realizar un sprint el participante debe realizar un pase de precisión en diagonal a su derecha o izquierda a una distancia de 10 metros. El balón debe pasar por el espacio delimitado por dos conos (ver figura 41). Este pase se podrá dar hacia el lado derecho o izquierdo de manera libre. A partir de ahí el jugador tendrá que pasar por un espacio intermedio (B o C) trotando, para volver a realizar otro sprint desde D o A. El jugador tendrá que decidir entre sprint en dos ocasiones a qué lado se dirige (derecha o izquierda). Desde A podrá ir hacia B o C. Desde C podrá ir hacia A o D y desde B podrá ir hacia D o A. Entre vértice y vértice el jugador debe esperar a moverse según una orden acústica que le indicará el ritmo de ejecución. Este ciclo se repetirá durante un periodo de 3 minutos de duración, contando con un total de 10 pases y 10 diagonales por periodo. Tras cada pase, un miembro del equipo investigador ofreció un feedback inmediato al participante sobre los errores que cometa, mediante una señal acústica (silbato). Durante la prueba los participantes estuvieron monitorizados con un equipo Polar Team 2. Tras finalizar cada ciclo de 3 minutos a los participantes se les administró el cuestionario NASA-TLX con el objetivo de valorar la percepción subjetiva de esfuerzo físico y mental que la tarea les había demandado, así como el test SAM (valencia y activación percibidas).

Volviendo a realizar la tarea dos veces más, conformando una duración de tarea de 9 minutos en total.

La tarea se diseñó con el objetivo de ajustarse a las exigencias de los desplazamientos de los jugadores de fútbol durante la competición. Antes de realizar el experimento se realizó un estudio piloto para cumplir con este objetivo.

En la segunda condición experimental, la tarea es igual que la tarea anterior pero con una alta CM. En esta ocasión la señal acústica se cambiará por una secuencia de números que será asignada por el software n-back. Los requerimientos mentales de la tarea vendrán dados por la necesidad de recordar dos números anteriores al que se le ofrece en cada momento. En el caso de que este número coincidiera con el de dos posiciones anteriores el participante tendrá que moverse o golpear el balón hacia la derecha. En caso contrario lo haría hacia la izquierda. Se utilizó por tanto una tarea 2-back, definida como exigente a nivel mental. De esta manera el participante debe realizar una tarea física con cambios de ritmo y exigencias técnicas de manera concomitante a unas demandas mentales procedentes de tener que mantener y actualizar su MT.

En ambas condiciones se siguió idéntico protocolo de evaluación, el cual puede observarse esquemáticamente en la figura 42.

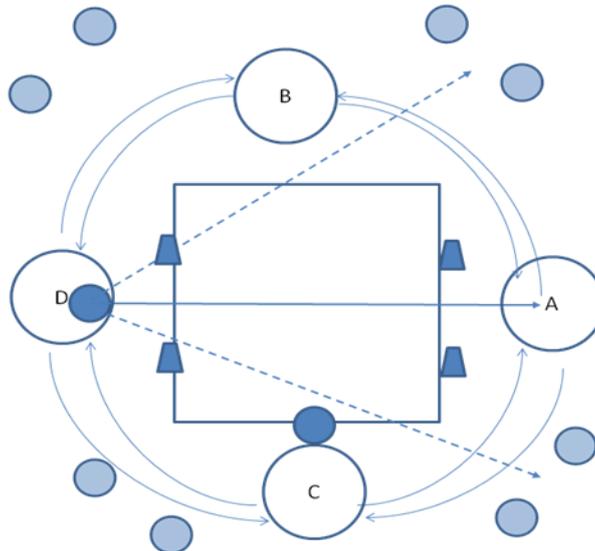


Figura 41. Representación de la tarea



Figura 42. Secuencia tareas.

Finalmente, tras completar las tres tareas, los sujetos fueron evaluados cognitivamente mediante los instrumentos DF, S y LyN.

3.3.5. Análisis estadístico.

La organización de los datos tuvo en cuenta la participación de los deportistas en las dos condiciones (variables independientes), del mismo modo se consideraron las variables dependientes. Para la realización de este análisis se utilizó como herramienta el programa estadístico IBM SPSS 22. La tabla 55 presenta el tratamiento estadístico que se ha efectuado para cada una de las condiciones.

Tabla 55. Resumen de las pruebas estadísticas realizadas en el estudio 3.

Tratamiento estadístico	FE	NASA-TLX	SAM	Correlación entre variables
Análisis descriptivo (media, mediana, varianza, DE)	Sí	Sí	Sí	No
ANOVA de medidas repetidas	No	No	Sí	No
T-student muestras relacionadas	Sí	Sí	No	No

Prueba Wilcoxon	Sí	No	No	No
Coefficiente de correlación de Pearson	No	No	No	Sí

En el Anexo VI se desarrolla una explicación con más detalle de las pruebas estadísticas que se han llevado a efecto.

3.3.5.1. Resultados de las variables control.

3.3.5.1.1. Análisis de confirmación de manipulación de la carga mental.

A fin de comprobar que se manipuló correctamente la CM de la tarea, y que la tarea utilizada en la condición experimental 2 fuera superior en dicha variable, se usó una medida independiente que confirmara esta manipulación. Para tal efecto se registró la percepción subjetiva de CM mediante el cuestionario NASA-TLX. Este cuestionario ha sido utilizado por diferentes estudios en la valoración de la CM en sistemas de interacción físicos (Barrera-Gálvez et al., 2014), en el ámbito laboral (Díaz et al., 2010; González y Gutiérrez, 2006) y también en el ámbito deportivo (Camacho, 2016). Para ello, se realizó una evaluación postcondición, en cada una de las tres rondas desarrolladas.

Se iniciará el análisis de los resultados con un estudio descriptivo, con la intención de comprobar la conducta de las medias obtenidas tras las tres rondas ejecutadas, así como su media ponderada, pudiendo ver en la tabla 56, las medidas de centralización más relevantes (media, mediada, DE y varianza).

Tabla 56. Estadísticos descriptivos NASA-TLX.

n= 28	Media	Mediana	DE	Varianza
SINCM	52.20	53.50	9.88	97.76
CCM	61.30	58.94	8.57	73.59

DE: desviación estándar. SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental.

Para el estudio de la normalidad de los datos se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, tabla 57. Tal y como se observa las variables analizadas muestran normalidad en base a la prueba de Shapiro-Wilk.

Tabla 57. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
SINCM	PONDERADA	.942	28	.127
CCM	PONDERADA	.953	28	.230

SINCM: sin carga mental.CCM: con carga mental.

Tras el análisis de la normalidad de los datos, se continuará con la realización de la prueba T-student, a fin de desarrollar el cálculo estadístico de los resultados obtenidos tras las dos condiciones (CCM y SINCM) como puede verse en la tabla 58.

Tabla 58. T-student muestras relacionadas NASA-TLX.

		Diferencias emparejadas					t	Gl	Sig. (bilateral)
		Media	DE	Media EE	95% IC Inferior Superior				
Par	SINCM								
1	POND – CCM	-9.09	11.82	2.23	-13.68 -4.51	- 4.071	27	.000	
	POND								

SINCM: sin carga mental.CCM: con carga mental. DE: desviación estándar. EE: error estándar, IC: intervalo de confianza.

De estos resultados se desprenden la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la percepción de CM percibida por los participantes entre ambas condiciones.

3.3.5.1.2. Correlación entre las variables dependientes.

Para ver la posible influencia del estado emocional que suscita la tarea en el nivel de las FE posteriores, y que podrían explicar los resultados, se va a realizar una correlación de ambas variables dependientes en las dos condiciones experimentales.

Mediante este análisis de las correlaciones se desea buscar las potenciales relaciones entre variables dos a dos. En este caso, se ha utilizado el coeficiente de correlación de Pearson, para el estudio de las correlaciones de las variables, la tabla 59 ofrece la existencia de correlaciones significativas, así como las variables que se correlacionan, el grado de correlación (positivo o negativo en caso de relación inversa), y también el valor de estadístico correspondiente.

Mencionar que para interpretar adecuadamente esta tabla, hay que tener en cuenta con respecto al grado de correlación, que cuanto más cercano sea a 1, mayor será la relación de ambas variables. En este primer caso, todas las correlaciones superan el 0.4, lo que indica que la variable Desing Fluency SINCM, se explica por otras variables en más de un 40%, destacando que casi todas estas variables con las que correlaciona pertenecen a la misma condición.

Al tratarse de una tabla de 2x2, donde se encuentra una variable y el resto de variables correlacionadas, por lo que si las correlaciones han aparecido con anterioridad, éstas no se mostraran de nuevo, a fin de evitar duplicidades de información, y ello a pesar de una correlación en ambos sentidos.

Tabla 59. Correlación entre las variables cognitivas, psicológicas y emocionales.

Variable	¿Con qué variable? (p-valor<.05)	Grado de correlación
SINCM DF	SINCM ACTIVACIÓN (0.026)	-.419
SINCM LyN	CCM VALENCIA (0.005)	.517
CCM_DF	SINCM_B1_VALENCIA (.047)	.379
	SINCM_B2_VALENCIA (.025)	.422
	SINCM_MED_VALENCIA (.031)	.408
CCM_LyN	SINCM_B2_VALENCIA (.010)	.480
CCM_B3_ACTIVACION	SINCM_DF (.036)	-.399

SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. DF: Desing Fluency. LyN: Letras y Números B1: ronda 1. B2: ronda 2.

3.3.5.2. Análisis de las variables cognitivas/ejecutivas.

El objetivo que se busca es comprobar la influencia que producen las condiciones experimentales en las FE evaluadas a través de las distintas pruebas ejecutivas, Desing Fluency Test, Test de Stroop y Test de LyN en los participantes.

A través de un estudio descriptivo se analizará el comportamiento de dichas variables. La tabla 60 presenta las medidas de centralización (media, mediana, varianza y DE), pudiendo observar como la condición CCM implica mayores puntuaciones para la prueba Desing Fluency Test y para LyN, mientras que sucede lo contrario con el Test de Stroop.

En cuanto a la desviación estándar, la cual ofrece información sobre la dispersión de los datos recogidos, y considerando que cuanto mayor sea su valor, mayor será la dispersión de los mismos, destacaría las desviaciones similares entre ambas condiciones para cada una de las pruebas evaluadas.

Tabla 60. Estadísticos descriptivos pruebas ejecutivas.

	Media	Mediana	DE	Varianza
SINCM_DF	12.14	11.50	3.87	15.01
CCM_DF	14.50	15.00	3.67	13.51
SINCM_S	9.74	11.00	8.73	76.30
CCM_S	6.20	6.98	7.59	57.68
SINCM_W	9.00	9.50	3.91	15.33
CCM_W	11.71	12.00	3.87	15.02

SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. DF: Desing Fluency. LyN: Letras y Números. S: Stroop. DE: desviación estándar.

La figura 43, muestra de una manera visual las medias y DE de las pruebas ejecutivas en ambas condiciones.

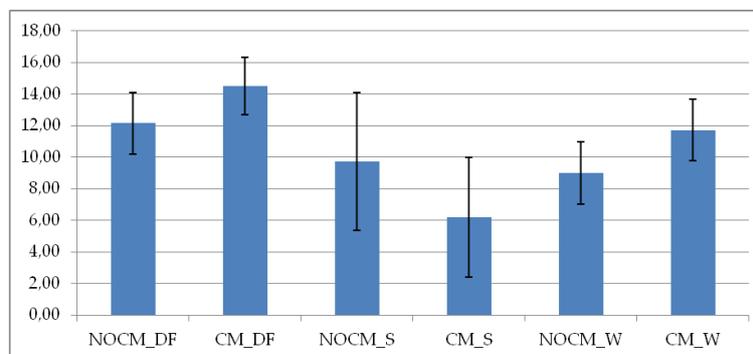


Figura 43. Medias y DE pruebas ejecutivas.

Para el análisis de la homogeneidad de los datos, en la tabla 61, se presentan los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, atendiendo a la cantidad de muestra del estudio menor de 50 (n=28)

Tabla 61. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk pruebas ejecutivas.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SINCM_DF	.948	28	.177
CCM_DF	.917	28	.029
SINCM_S	.912	28	.022
CCM_S	.985	28	.949
SINCM_LyN	.947	28	.163
CCM_LyN	.931	28	.066

SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. DF: Desing Fluency. LyN: Letras y Números. S: Stroop.

Como puede observarse, solo las variables DF en la condición CCM, y S en la condición SINCM no muestran normalidad en base a la prueba de Shapiro-Wilk.

Así, pues, y considerando la normalidad de los datos obtenidos, para un análisis más exhaustivo, se realizarán las pruebas no paramétricas para muestras relacionadas (Prueba de Wilcoxon) para el DF y para el test de S, mientras que para la prueba de LyN se desarrollarán las pruebas paramétricas (T-student para muestras relacionadas).

Primeramente, se analizarán los estadísticos de la prueba de Wilcoxon para el Desing Fluency donde como se observa en la tabla 62, se evidencia la existencia de diferencias estadísticamente significativas ($p= .021$) entre los resultados obtenidos entre la condición SINCM y CCM, con una mayor puntuación en esta última, como puede verse gráficamente en la figura 44. Con respecto a los resultados obtenidos para la prueba de Stroop, en este caso se han hallado diferencias que tienden a la significación ($p= .092$), existiendo mayor puntuación en la condición SINCM que cuando (ver figura 45)

Tabla 62. Prueba Wilcoxon para DF y Test S.

	Z	Sig. asintótica (bilateral)
CCM_DF - SINCM_DF	-2.305 ^b	.021

CCM_S - SINCM_S

-1.685^c

.092

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

CCM: con carga mental. SINCM: sin carga mental. DF: Desing Fluency. S: Stroop

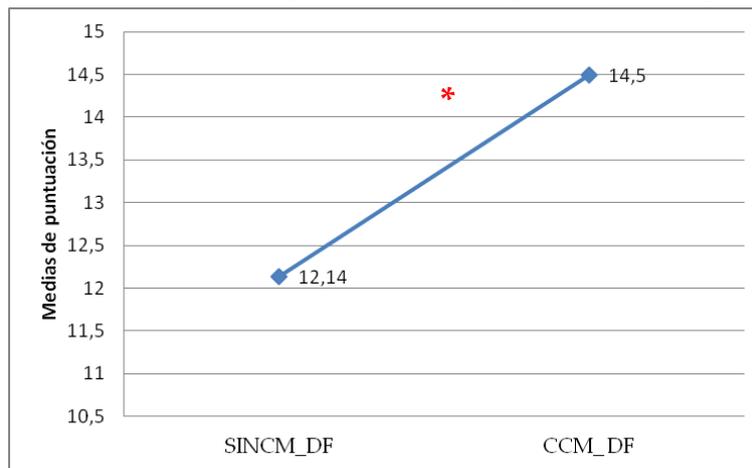


Figura 44. Diferencias resultados FE globalizadas.

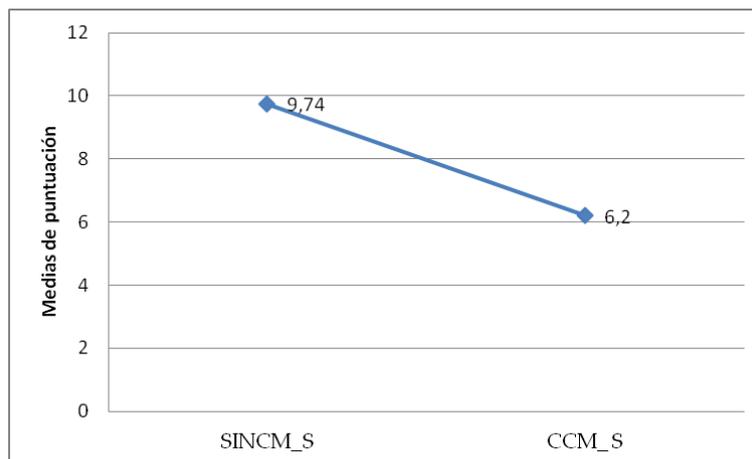


Figura 45. Diferencias resultados FC.

A continuación se estudiará la comparación de medias de la prueba de LyN, la cual considerando su normalidad, se calculará mediante la prueba T-student para muestras relacionadas. Destaca la mayor puntuación de esta prueba tras la realización de la condición CCM, 11.71 frente a 9.00 de la condición SINCM. Además, en la tabla 63 se observa como la correlación de los resultados de esta prueba en ambas condiciones es, aparte de estadísticamente significativa, media-alta (.703).

Tabla 63. Correlación muestras emparejadas entre condiciones de la prueba LyN.

	n=28	Correlación	Sig.
Par 1	SINCM_LyN y CCM_LyN	.703	.000

SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental.

En relación a la prueba de muestras emparejadas del cálculo T-student, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 64, donde se observan diferencias estadísticamente significativas entre ambas condiciones a favor de la puntuación obtenida en la condición CCM. También puede verse en la figura 46 la tendencia de los resultados de gráficamente.

Tabla 64. T-student para muestras relacionadas en prueba LyN.

		Diferencias emparejadas					t	Gl	Sig. (bil)
		Media	DE	Media de EE	95% IC				
Par					Inferior	Superior			
1	SINCM_LyN - CCM_LyN	-2.71	3.00	.56	-3.87	-1.54	4.781	27	.000

DE: desviación estándar. EE: error estándar. IC: intervalo de confianza

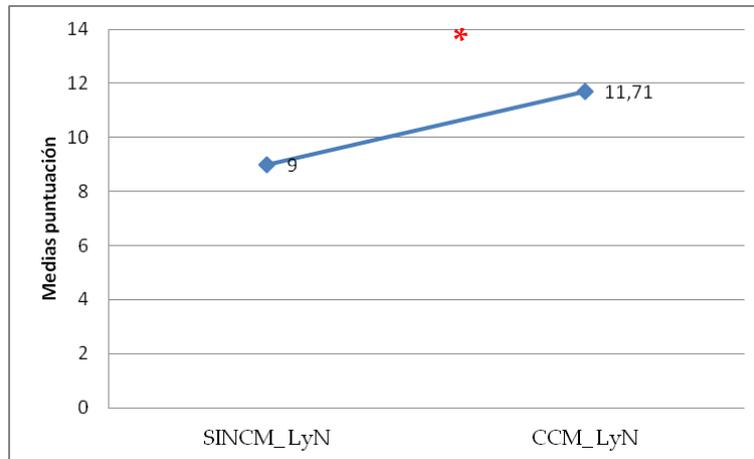


Figura 46. Diferencias resultados MT.

Para permitir una correcta interpretación de estos resultados resulta pertinente hacer mención al modo de evaluación que tiene cada una de estas tres pruebas cognitivas. Así pues, la puntuación final de la prueba Desing Fluency, es la derivada de la escala de puntuación compuesta por los equivalente de puntajes según los grupos de edad, donde se tiene en cuenta las condiciones 1 (puntos rellenos), 2 (puntos vacios) y (puntos rellenos y vacios alternativamente, con lo que cuanto mayor sea esta puntuación mayores serán los niveles ejecutivos mostrados por los participantes. Por su parte, el Test de Stroop, cuenta con un puntaje donde se tiene en cuenta la puntuación de la subprueba de palabras (P), la de color (C) y la de palabras-color (PC). Obteniéndose el puntaje final de la formula: $PC - ((P*C) / (2+C))$, con lo que cuanto mayor sea la puntuación obtenía en este Test de Stroop, mayores serán las FE mostradas en su realización. Finalmente, la puntuación de la prueba de Letras y Números, se utilizó una puntuación directa, derivada de la suma de la cantidad de “sentencias” recordadas en cada bloque, hasta que no se recuerde ninguna de la tres “sentencias” que compone cada uno de los bloques, es decir, que cuanto mayor sea la puntuación obtenida en esta prueba mayores serán las FE demostradas en su resolución.

Por tanto, y una vez estudiados y analizados los resultados obtenidos y la forma de obtención de estos, puede decirse que la condición evaluada CCM, conduce a mejoras significativamente estadísticas en las FE evaluadas a través del Test Desing Fluency y la prueba de LyN, con respecto a la condición SINCM. Del mismo modo, aunque no puede decirse que la capacidad de inhibición se vea afectada, pues las diferencias no son estadísticamente significativas entre las dos condiciones, al existir una tendencia a la significación, se podría interpretar que existe una posible influencia negativa de la CM en la capacidad de inhibición de los participantes.

3.3.5.3. Análisis de las variables emocionales. Instrumento Maniquí de Autoevaluación, en ingles Self- Assessment Manikin (SAM).

Este instrumento se utilizó con el objetivo de evaluar los efectos en las dimensiones emocionales de la valencia afectiva y del nivel de activación o arousal, tras la realización de las dos condiciones experimentales en los sujetos.

Se dará comienzo al análisis de los resultados con un estudio descriptivo, para conocer el comportamiento de las medias de estas variables. En la tabla 65 se recogen las medidas de centralización (media, mediana, varianza y DE), pudiendo observar como la variable valencia muestra un mayor valor tras la condición SINCM con una media de puntuación de 6.33, mientras que la variable activación muestra su mayor valor 6.02 tras la condición CCM.

En relación a la DE, referida a la dispersión de los datos recogidos, entendiéndose que a mayor valor, mayor será la dispersión de los mismos, se observa que son similares para las dos condiciones tanto para la valencia como para la activación.

Además, la figura 47 ofrece visualmente los resultados para las medias y DE de ambos elementos, valencia y activación.

Tabla 65. Estadísticos descriptivos SAM.

n=28		Media	Mediana	DE	Varianza
VALENCIA_MED	SINCM	6.33	6.83	1.79	3.21
	CCM	5.38	5.00	1.59	2.53
ACTIVACIÓN_MED	SINCM	5.16	5.16	1.60	2.57
	CCM	6.02	5.83	1.40	1.96

MED: valores medios. SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. DE: desviación estándar.

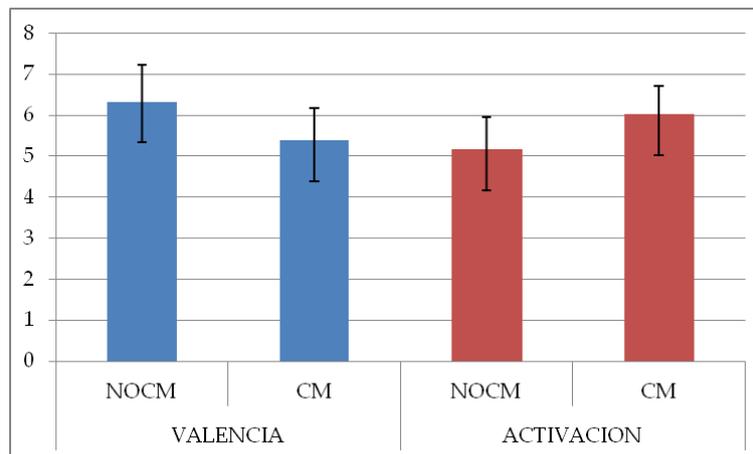


Figura 47. Medias y DE de valencia y activación.

En relación a la homogeneidad de los datos, la tabla 66, muestra los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, atendiendo a la cantidad de muestra del estudio menor de 50 ($n=28$)

Tabla 66. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk SAM.

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
SINCM VALENCIA_MED	.935	28	.081
CCM VALENCIA_MED	.971	28	.616
SINCM ACTIVACIÓN_MED	.958	28	.320
CCM ACTIVACIÓN_MED	.942	28	.122

MED: valores medios. SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental.

Como puede comprobarse en la Tabla XX, todas de las variables analizadas muestran normalidad en base a la prueba de Shapiro-Wilk.

La figura 48, muestra un a través de diagramas de cajas y de manera visual la homogeneidad de cada variable.

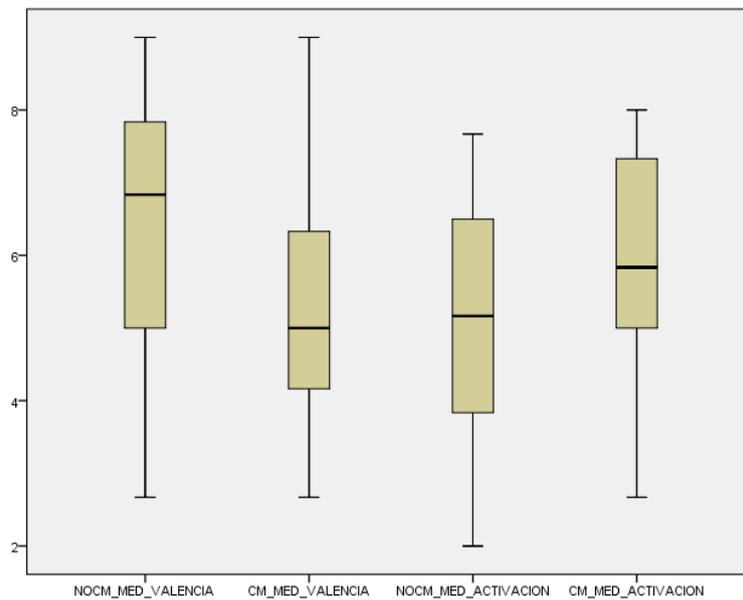


Figura 48. Diagrama de cajas general homogeneidad SAM.

Tras la comprobación de la normalidad de los datos, se continuará con el análisis de estas variables. Para ello, se realizarán las pruebas ANOVA de medidas repetidas, tanto para la valencia afectiva, como para los niveles de activación, en las dos condiciones evaluadas y en los tres momentos de evaluación.

3.3.5.3.1. Análisis nivel de valencia emocional.

En la tabla 67, se muestran los datos referidos a los estadísticos descriptivos de la valencia emocional, tales como su media, mediana, DE, varianza, asimetría, curtosis. Además, y para obtener una visión más gráfica de estos datos, se ofrece la figura 49.

Tabla 67. Estadísticos descriptivos valencia.

n=28		Media	Mediana	DE	Varianza
SINCM	B1	6.46	7.00	1.87	3.51
	B2	6.10	6.00	1.96	3.87
	B3	6.42	7.00	2.11	4.47
CCM	B1	5.10	5.00	1.89	3.58
	B2	5.57	5.00	2.51	6.32
	B3	5.46	6.00	1.68	2.85

SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. DE: desviación estándar.

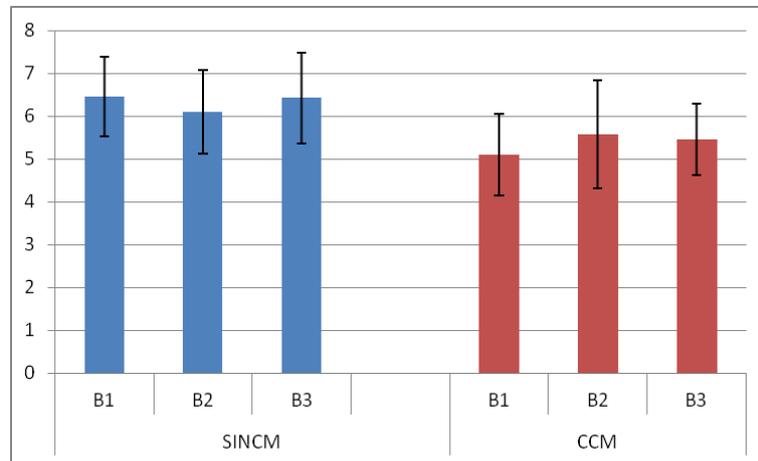


Figura 49. Medias y DE diferentes rondas valencia.

Tras estudiar de la normalidad de los datos, se calculará el análisis de varianzas ANOVA factorial de medidas repetidas de los datos recogidos en las tres momentos o rondas (B1, B2 y B3) en los dos condiciones (SINCM y CCM). Esta prueba estadística permite comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas por pares de grupos comparando las medias. Para ello, se ha ajustado el error de tipo I para que no vaya aumentando, por lo que ajustaremos el efecto con el intervalo de confianza a Bonferroni, por ser la más conservadora de las ofrecidas por el SPSS.

La tabla 68 presenta los resultados obtenidos de la prueba de esfericidad de Mauchly para los resultados de la variable valencia, pudiendo observar la ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los distintos momentos, así como entre la interacción momento y condición, entendiéndose que la variable valencia emocional se cumple la condición de esfericidad.

Tabla 68. Prueba de esfericidad de Mauchly^a valencia.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi- cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Límite inferior
Condición	1.000	.000	0	.	1.000	1.000	1.000
Momento	.855	4.064	2	.131	.874	.929	.500
Condición * Momento	.954	1.219	2	.544	.956	1.000	.500

Tal y como se registra en la tabla 69, la esfericidad de Mauchly se cumple ($p > .05$), y, en base a ello, se va a tener en cuenta la aproximación de esfericidad asumida, como valor del ratio F para cada uno de los factores y para la interacción de ambos.

Tabla 69. Pruebas de efectos dentro de sujetos valencia.

Origen	Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA 38.095	1	38.095	7.568	.010	.219
Error(Condición)	EA 135.905	27	5.034			
Momento	EA .750	2	.375	.161	.852	.006
Error(Momento)	EA 125.917	54	2,332			
Condición * Momento	EA 4.726	2	2.363	1.742	.185	.061
Error(Condición *Momento)	EA 73.274	54	1.357			

EA: esfericidad asumida. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrado promedio. EPC: Eta parcial al cuadrado.

Los resultados obtenidos indican que, para los momentos o rondas de evaluación no hay diferencias estadísticamente significativas $F(2,54) = .161$, $p > 0.05$, $\eta = 0.006$, así como tampoco para la interacción entre los momentos de evaluación y las distintas condiciones, $F(2,54) = 1.742$, $p > 0.05$, $\eta = 0.061$, en la valoración de la variable emocional valencia.

Sin embargo, si se observa es la existencia de un efecto principal estadísticamente significativo de la condición (SINCM-CCM) $F(1,27)=7.568$, $p<0.05$, $\eta=0.219$.

Al comparar por pares las diferencias de medias de las interacciones de los momentos o rondas de evaluación, tal y como refleja la tabla 70, donde se distribuye, las dos condiciones y los tres momentos o rondas de evaluación, pudiendo ver solo la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las dos condiciones en las evaluaciones de la ronda 1 ($p=.010$) y ronda3 ($p=.004$). Los resultados indican que la aplicación de ambas condiciones supone en las tres rondas/momentos evaluados que los mayores valores son para la condición SINCM, siendo estas diferencias significativas únicamente al inicio y al final de las condiciones.

Por otra parte, como muestra la tabla 71, cuando se controla la condición (SINCM y CCM), no se hallan diferencias significativas en ninguna de sus posibilidades.

Tabla 70. Comparaciones por parejas valencia (Momento -Condición).

Momento	(I) Condición	(J) Condición	Diferencia de medias (I-J)	EE	Sig. ^b	95% IC ^b	
						Límite inferior	Límite superior
1	SINCM	CCM	1.357*	.489	.010	.355	2.360
	CCM	SINCM	-1.357*	.489	.010	-2.360	-.355
2	SINCM	CCM	.536	.473	.267	-.434	1.506
	CCM	SINCM	-.536	.473	.267	-1.506	.434
3	SINCM	CCM	.964*	.302	.004	.345	1.584
	CCM	SINCM	-.964*	.302	.004	-1.584	-.345

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. EE: Error estándar. IC: intervalo de confianza.

Tabla 71. Comparaciones por parejas valencia (Condición- Momento)

Condición	(I) Momento	(J) Momento	Diferencia de medias (I-J)	EE	Sig. ^a	95% IC ^a	
						Límite inferior	Límite superior
SINCM	1	2	.357	.301	.737	-.411	1.125
		3	.036	.284	1.000	-.689	.761
	2	1	-.357	.301	.737	-1.125	.411
		3	-.321	.257	.668	-.979	.336
	3	1	-.036	.284	1.000	-.761	.689
		2	.321	.257	.668	-.336	.979
CCM	1	2	-.464	.505	1.000	-1.754	.825
		3	-.357	.379	1.000	-1.324	.610
	2	1	.464	.505	1.000	-.825	1.754
		3	.107	.393	1.000	-.896	1.110
	3	1	.357	.379	1.000	-.610	1.324
		2	-.107	.393	1.000	-1.110	.896

a. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. EE: Error estándar. IC: intervalo de confianza

En esta tabla 79, cuando se observa las diferencias de medias (I-J), puede observarse como, en la condición SINCM la valencia es mayor en la ronda 1 que en la ronda 2, si bien en la ronda 3 el valor de esta variable vuelve a decaer. Sin embargo en la condición CCM, sucede lo contrario, ya que el valor obtenido en la ronda 1 es menor que en la ronda 2, y al evaluar la ronda 3 dicho valor vuelve a incrementarse.

Una vez realizado el análisis de los resultados de la variable emocional valencia, se continuará con los análisis de la otra variable emocional, la activación/arousal.

3.3.5.3.2. Análisis del nivel de activación/arousal.

En la tabla 72, se muestran los datos referidos a los estadísticos descriptivos de la activación, tales como su media, mediana, DE, varianza, asimetría, curtosis. Y en la figura 50, se pueden observar de forma gráfica.

Tabla 72. Estadísticos descriptivos activación.

		Media	Mediana	DE	Varianza
SINCM	B1	4.75	5.00	1.71	2.93
	B2	5.10	5.50	1.72	2.98
	B3	5.64	6.00	1.92	3.72
CCM	B1	5.60	5.50	1.79	3.21
	B2	6.07	6.00	1.43	2.06
	B3	6.39	7.00	1.81	3.28

SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. MED: media. DE: desviación estándar.

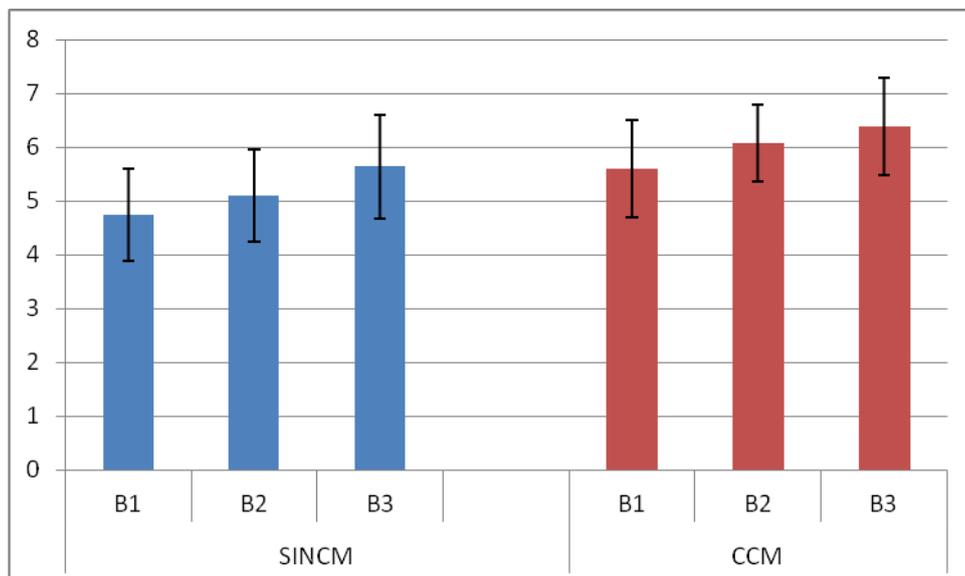


Figura 50: Medias y DE diferentes rondas activación.

A continuación se realizará un análisis de varianzas ANOVA factorial de medidas repetidas con los datos obtenidos en los tres momentos o rondas (B1, B2 y B3) en las dos condiciones (SINCM y CCM). Esta prueba estadística permite comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas por pares de grupos comparando las medias. Para ello, se ha ajustado el error de tipo I para que no vaya aumentando, por lo que ajustaremos el efecto con el intervalo de confianza a Bonferroni, por ser la más conservadora de las ofrecidas por el SPSS.

La tabla 73 ofrece los resultados obtenidos de la prueba de esfericidad de Mauchly para los resultados de la variable activación, pudiendo observar la ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$) entre los distintos momentos, y la significación estadística ($p < .05$) para la interacción de la condición y el momento.

Tabla 73. Prueba de esfericidad de Mauchly^a activación.

Efecto inter sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi- cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Límite inferior
Condición	1.000	.000	0	.	1.000	1.000	1.000
Momento	.843	4.445	2	.108	.864	.918	.500
Condición * Momento	.749	7.523	2	.023	.799	.842	.500

Tal y como muestra la tabla 74, la esfericidad de Mauchly se cumple ($p > .05$), para el momento, si bien para la interacción condición*momento no se cumple dicha esfericidad ($p < .05$), por lo que para la primera se va a considerar la aproximación de esfericidad asumida, como valor del ratio F para cada uno de los factores, y para la interacción de ambos se va a considerar la Greenhouse-Geisser, por ser la más restrictiva que ofrece el programa SPSS.

Tabla 74. Pruebas de efectos dentro de sujetos activación.

Origen		Tipo III SC	gl	CP	F	Sig.	EPC
Condición	EA	30.857	1	30.857	7.153	.013	.209
Error(Condición)	EA	116.476	27	4.314			
Momento	EA	19.726	2	9.863	6.295	.003	.189
Error(Momento)	EA	84.607	54	1.567			
Condición * Momento	GG	.321	1.598	.201	.221	.753	.008
Error(Condición*Momento)	GG	39.345	43.157	.912			

EA: esfericidad asumida. GG: Greenhouse-Geisser. SC: suma de cuadrados. CP: cuadrado promedio. EPC: Eta parcial al cuadrado.

Los resultados obtenidos indican que, para el efecto principal de la condición y también para el de los momentos de evaluación existen diferencias estadísticamente significativas $F(1,27)=7.153$, $p<0.05$, $\eta=0.209$ y $F(2,54)=9.863$, $p<0.05$, $\eta=0.189$, respectivamente, en la valoración de la variable emocional valencia.

Sin embargo, si se observa en la interacción entre condición y momentos dichas diferencias no son significativas $F(1.598,39.345)=.221$, $p>0.05$, $\eta=0.008$.

Al comparar por pares las diferencias de medias de las interacciones de los momentos o rondas de evaluación, tal y como se aprecia en la tabla 75, donde se distribuye, las dos condiciones y los tres momentos o rondas de evaluación, observando como en los tres momentos existen diferencias estadísticamente significativas entre las dos condiciones, para la ronda 1 ($p=.031$), para la ronda 2 ($p=.018$) y para la ronda 3 ($p=.042$). De estos resultados se desprenden que en todas las rondas evaluadas los valores de la activación eran superiores CCM.

Paralelamente, y como muestra la tabla 76 al controlar la condición (SINCM y CCM), solo se ha hallado diferencias significativas para la condición SINCM ente las rondas 1 y la 3.

Tabla 75. Comparaciones por parejas valencia (Momento -Condición).

Momento	(I) Condición	(J) Condición	Diferencia de medias (I-J)	EE	Sig. ^b	95% IC ^b	
						Límite inferior	Límite superior
1	SINCM	CCM	-.857*	.377	.031	-1.631	-.084
	CCM	SINCM	.857*	.377	.031	.084	1.631
2	SINCM	CCM	-.964*	.383	.018	-1.750	-.178
	CCM	SINCM	.964*	.383	.018	.178	1.750
3	SINCM	CCM	-.750*	.351	.042	-1.471	-.029
	CCM	SINCM	.750*	.351	.042	.029	1.471

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05. b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni. SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. EE: error estándar. IC: Intervalo de confianza.

Tabla 76. Comparaciones por parejas valencia (Condición- Momento)

Condición	(I) Momento	(J) Momento	Diferencia de medias (I-J)	EE	Sig. ^b	95% IC ^b	
						Límite inferior	Límite superior
SINCM	1	2	-.357	.231	.402	-.947	.233
		3	-.893*	.323	.030	-1.716	-.069
	2	1	.357	.231	.402	-.233	.947
		3	-.536	.221	.067	-1.100	.029
	3	1	.893*	.323	.030	.069	1.716
		2	.536	.221	.067	-.029	1.100
CCM	1	2	-.464	.298	.391	-1.224	.295
		3	-.786	.358	.110	-1.699	.127
	2	1	.464	.298	.391	-.295	1.224
		3	-.321	.263	.694	-.992	.349
	3	1	.786	.358	.110	-.127	1.699
		2	.321	.263	.694	-.349	.992

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

SINCM: sin carga mental. CCM: con carga mental. EE: error estándar. IC: Intervalo de confianza.

En esta tabla yy, cuando se observa las diferencias de medias (I-J), puede observarse como, tanto en la condición SINCM como en la CCM los valores de la activación van incrementándose conforme avanzan las rondas de desarrollo de las condiciones.

Tras el estudio de estos resultados, puede deducirse que la realización de la condición CCM, implica en los deportistas unos mayores niveles de activación, con respecto a la realización de la condición SINCM, siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

IV – RESUMEN DE RESULTADOS

IV – RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación se muestran a modo de síntesis los resultados más significativos de los estudios desarrollados.

4.1. ESTUDIO 2.

A continuación se ofrecen los resultados más destacados de este estudio.

4.1.1. Variables de carga física.

Frecuencias cardiacas condiciones experimentales.

Físico: $M = 175.69$, $DE = 21.62$

FICO $M = 171.36$, $DE = 22.85$

T-student muestras relacionadas frecuencia cardiaca media.

Par 1 Físico - FICO: $M = 4.33$, $DE = 5.25$, $t(10) = 2.734$, $p = .021$

4.1.2. Variables cognitivas/ejecutivas (Batería ENFEN).

ANOVA medidas repetidas ENFEN.

SG (Condicion): $F = 1.031$, $p = .368$, $\eta^2 = .057$

SC (Condicion): $F = .807$, $p = .455$, $\eta^2 = .045$

Int (Condicion): $F = 2.221$, $p = .124$, $\eta^2 = .116$

Ani (Condicion): $F = 1.775$, $p = .185$, $\eta^2 = .095$

Ani Control-FICO: Dif. medias = 5.11, $p = .056$

ANOVA medidas repetidas ENFEN covariaciones.

SC (Control*PANASC positivo) $F = 3.349$, $p = .058$, $\eta^2 = .271$

Ani (Físico*PANASC positivo) $F = 4.061$, $p = .035$, $\eta^2 = .311$

Ani (FICO*PANASC positivo) $F = 3.404$, $p = .056$, $\eta^2 = .274$

4.1.3. Variables emocionales (SAM)

ANOVA medidas repetidas SAM (Valencia).

FICO (Pre-Post): Dif. medias = .944, $p = .036$

ANOVA medidas repetidas SAM (Activación).

Condicion: $F = 3.800$, $p = .032$, $\eta^2 = .183$

Condicion*Pre-Post: $F = 5.293$, $p = .010$, $\eta^2 = .237$

Control (Pre-Post): Dif. medias = .722, $p = .028$

FICO (Pre-Post): Dif. medias = -2.222, $p = .017$

Post (Sedentario-FICO): Dif. medias = -3.111, $p = .006$

4.2. ESTUDIO 3.

Los resultados más destacados este estudio se muestran resumidos a continuación:

4.2.1. Resultados de las variables control.

4.2.1.1. Variables carga mental (NASA-TLX).

T-student muestras relacionadas NASA-TLX

NOCM-CM: $M = -9.09$, $DE = 11.82$, $t(27) = -4.071$, $p = .000$

4.2.1.2. Correlación entre las variables dependientes

SINCMDF → SINCM ACTIVACIÓN ($r = -.419$, $p = .026$)

SINCM LyN → CCM VALENCIA ($r = .517$, $p = .005$)

CCM_DF → SINCM_B1_VALENCIA ($r = .379$, $p = .047$)

CCM_DF → SINCM_B2_VALENCIA ($r = .422$, $p = .025$)

CCM_DF → SINCM_MED_VALENCIA ($r = .408$, $p = .031$)

CCM_LyN → SINCM_B2_VALENCIA ($r = .480$, $p = .010$)

CCM_B3_ACTIVACION → SINCM_DF ($r = -.399$, $p = .036$)

4.2.2. Variables cognitivas/ejecutivas*Prueba Wilcoxon para Desing Fluency y Test Stroop.*

(DF) CM-NOCM: $Z = -2.305$, $p = .021$

(S) CM-NOCM: $Z = -1.685$, $p = .092$

T-student para muestras relacionadas en prueba LyN.

(LyN) NOCM-CM: $M = -2.71$, $DE = 3.00$, $t(27) = -4.781$, $p = .000$

4.2.3. Variables emocionales (SAM)*ANOVA medidas repetidas SAM (valencia)*

Condicion: $F = 7.568, p = .010, \eta = .219$

Ronda 1 (SINCM-CCM): Dif. medias = 1.357, $p = .010$

Ronda 3 (SINCM-CCM): Dif. medias = .964, $p = .004$

ANOVA medidas repetidas SAM (activación)

Condicion: $F = 7.153, p = .013, \eta = .209$

Momento: $F = 6.295, p = .003, \eta = .189$

Ronda 1 (SINCM-CCM): Dif. medias = -.857, $p = .031$

Ronda 2 (SINCM-CCM): Dif. medias = -.964, $p = .018$

Ronda 3 (SINCM-CCM): Dif. medias = -.750, $p = .042$

SINCM (Ronda1-Ronda3): Dif. medias = -.893, $p = .030$

V - DISCUSIÓN

V – DISCUSIÓN

Esta tesis tuvo como objetivo analizar los efectos que produce la manipulación de la carga mental en tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de deportes de equipo como son el baloncesto (estudio II) y fútbol (estudio III), sobre el estado emocional y el rendimiento cognitivo en pruebas relacionadas con el ejecutivo central. Para llegar a tal objetivo, previamente se ha realizado una revisión sistemática que ayudará a conocer los antecedentes sobre el estado en cuestión. Esta revisión también tuvo como objetivo comprender qué variables pueden estar mediando entre la actividad física y el rendimiento cognitivo.

5.1. EFECTO CRÓNICO DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE LAS FE.

De esta revisión sistemática no se puede extraer con rotundidad que la práctica habitual de ejercicio físico tiene una influencia positiva sobre las FE, ya que, aunque la mayoría de la extensa literatura científica encuentra beneficios, son muy pocos los estudios con la suficiente calidad metodológica para asumir relaciones de causalidad. Y aunque de los 10 estudios con dicho control experimental, en siete se encontró algún beneficio cognitivo, no existió un control de las diferencias individuales y de las variables que pudieran explicarlas, y que han resultado determinantes en los estudios de entrenamiento cognitivo, como son los rasgos de personalidad de los participantes (el temperamento), o variables ambientales, como el tipo de crianza o el estatus socio-económico familiar (Rueda, Conejero, y Guerra, 2016).

Por otro lado, la variable que parece tener una mayor influencia mediadora es la implicación cognitiva presente en la AF. La mayoría de los estudios analizados usan diversas maneras de realizar ejercicio físico en las que los

participantes deben implicarse cognitivamente, como deportes de interacción o juegos motores que requieren cooperación y oposición. Así, estudios como los de Zach y Eyal (2016) encontraron unos mayores beneficios en la MT cuando la AF se presentaba a través de la aplicación de una estrategia de juego. Hillman et al. (2014) observaron que los niveles de rendimiento cognitivo no se mantenían constantes cuando se incrementaban las demandas cognitivas de la AF. Martín et al. (2015) tras un incremento de la práctica de AF a través de juegos reducidos, hallaron mejoras en la MT y en la FC. En esa línea, Dalziell, Boyleb, y Mutriea (2015) encontraron que tras la aplicación del programa "Better Movers and Thinkers", basado principalmente en deportes colectivos y actividades gimnásticas, encontraron mejoras tanto en la MT, como en la FC y la inhibición.

Los entornos deportivos se definen por su gran dinamismo, restricciones temporales y un elevado número de estímulos a los que prestar atención, lo que asegura un compromiso mental, y por tanto, suponen un desafío para las FE (Cortis et al., 2011). Autores como Best, (2010) o Diamond (2013) sugieren que la AF tendrá beneficios siempre y cuando requiera del participante implicaciones cognitivas. Según estos autores, existen suficientes evidencias para asegurar de que no todas las formas de ejercicio aeróbico producen beneficios de igual forma en las FE. Para Diamond, los beneficios surgen cuando la AF posee implícitamente algunas de las siguientes características: la cooperación y comunicación, la narración, la necesidad de usar estrategias para resolver problemas, o la necesidad de autocontrol.

Sería la interferencia contextual de estos entornos, definidos por la presencia de componentes complejos y poco probabilísticos (Best, 2012), la que explicaría la influencia sobre las FE (Tomporowski y McCullick, 2009). Esto sustentaría las teorías del desarrollo cognitivo que se centran en el papel del movimiento físico en el desarrollo de los procesos mentales fundamentales a largo de la infancia, la niñez y la adolescencia (Tomporowski et al., 2011).

De esta manera, en los últimos años han aparecido resultados de investigación que demuestran que el rendimiento deportivo en las modalidades en las que se produce una interacción motriz con compañeros y/o adversarios, (baloncesto, fútbol o voleibol) viene condicionado por el nivel mostrado por los deportistas en las pruebas de evaluación de las FE, mostrando así su valor

predictivo (Alarcon, Ureña, et al., 2017; Vestberg et al., 2012). Si bien este tipo de estudios son aún escasos, parece coherente pensar que la implementación de propuestas de entrenamiento específicamente orientadas a la mejora de las FE podría revertir en unas mejoras en las competencias cognitivas y emocionales de alto valor en el contexto educativo y, por otro, ayudarían a los practicantes a mejorar su rendimiento deportivo.

Estos cambios funcionales en el rendimiento cognitivo están sustentados por cambios estructurales y fisiológicos del sistema nervioso central. Así, la ejecución de movimientos motores complejos promueve el crecimiento neuronal en el hipocampo, cerebelo y córtex prefrontal en mayor grado que el movimiento motor repetitivo (Jones, Hawrylak, Klintsova, y Greenough, 1998). Las áreas de la corteza prefrontal, podrían ser particularmente sensibles a los cambios en el volumen relacionados con la AF (Weinstein et al., 2012). Los niños con una mayor capacidad física aeróbica mostraron mayor volumen en los núcleos caudado y putamen, dos estructuras de los ganglios basales, áreas asociadas a la capacidad de inhibición (Alarcon, Castillo, et al., 2017). Además, los niños con una mayor capacidad física mostraron también un mayor volumen del hipocampo, lo que se asoció positivamente con el desempeño en una tarea de memoria relacional (Chaddock, Erickson, Prakash, VanPatter, et al., 2010). Por otro lado, cuando el niño requiere aprender movimientos complejos, se reclutan no sólo el área del cerebelo, fundamental en el aprendizaje de nuevos patrones de movimiento (Hardwick, Rottschy, Miall, y Eickhoff, 2013), sino circuitos neuronales asociados a las FE (Best, 2010), existiendo un fuerte vínculo neural entre el cerebelo y el córtex prefrontal dorsolateral (Diamond, 2000). Así, Cross, Schmitt, y Grafton (2007), encontraron que el aprendizaje en condiciones de interferencia contextual exigía una mayor activación de circuitos neuronales y estructuras del córtex prefrontal relacionadas con las FE, facilitando su desarrollo en comparación a la exposición a contextos carentes o nulos en interferencia o incertidumbre cuya activación más generalizada fue parietal, premotora, y del cerebelo (Cross et al., 2007). Parece pues que, regiones neuronales típicamente consideradas responsables de las operaciones cognitivas, también pueden ser reclutadas durante el desempeño de nuevas habilidades motoras complejas, siendo el lóbulo

frontal considerado el lugar primario de superposición entre la cognición y el control de la acción (Pesce y Ben-Soussan, 2015).

Por último, tampoco ha existido control de las variables emocionales que pudieran estar explicando los resultados. Cuando el ejercicio físico ha generado emociones positivas, produce activaciones neuronales inespecíficas que provocan una mayor tasa de neurogénesis y unos cambios más duraderos en la memoria (Fabel y Kempermann, 2008). Esto hecho podría explicar los resultados que se obtienen en las investigaciones seleccionadas que analizan la AF de corte cualitativo, en los que están presentes los principios de complejidad, novedad y diversidad (Moreau y Conway, 2014) . Estos pueden generar entornos sociales favorables, y conducir a que los cambios morfológicos sean mayores que ante el ejercicio físico en contextos simples (Best, 2010).

5.2. ACTIVIDAD FÍSICA VS ACTIVIDAD COGNITIVA SEDENTARIA /CONTROL.

Los resultados encontrados en el estudio II indican que no existen diferencias significativas entre realizar AF (con o sin implicación cognitiva) y una tarea sedentaria, tanto para la prueba de senderos gris ($F(2,34)=1.031$, $p=.368$, $\eta=0.057$), senderos color ($F(2,34)=.087$, $p=.455$, $\eta=0.045$), la prueba de interferencia ($F(2,34)=2.221$, $p=.124$, $\eta=0.116$), y prueba de Anillas ($F(2,34)=1.775$, $p=.185$, $\eta=0.095$). Es decir, no se ha conseguido el beneficio cognitivo esperado tras la realización de tareas físicas con una intensidad moderada-vigorosa. Estos resultados van en contra de los antecedentes que encuentran un efecto positivo tras un episodio agudo a intensidad similar sobre la FC (Berse et al., 2015; Giorno et al., 2010; Loprinzi y Kane, 2015), la MT (Hsieh et al., 2015; Weng et al., 2015; Zach y Eyal, 2016) , y la capacidad de inhibición (Alves et al., 2012; Chen, Yan, Yin, Pan, y Chang, 2014; Drollette, Shishido, Pontifex, y Hillman, 2012; Giorno et al., 2010; y Jäger, Schmidt, Conzelmann, y Roebers, 2014).

En cambio, tras un análisis de los estudios que analizan los efectos agudos de una manipulación cuantitativa de la AF, la falta de evidencia encontrada hace que no se pueda concluir una relación causal entre AF y FE. Existen estudios en

los que no se han encontrado ningún beneficio ni para la MT (Coles y Tomporowski, 2008; Covassin, Weiss, Powell, y Womack, 2007; Drollette, Shishido, Pontifex, y Hillman, 2012; Pontifex, Hillman, Fernhall, Thompson, y Valentini, 2009; Sibley y Beilock, 2007), ni para la inhibición (Konishi et al., 2017; Kvalø et al., 2017), así como con la FC (Alves et al., 2012). Autores como Soga et al. (2015), incluso encontraron cómo la MT empeoraba en relación con los tiempos de reacción tras la realización de AF aeróbica al 60% de la FCM. Similares hallazgos que los obtenidos por Drollette et al. (2012) los cuales hallaron que tras una AF al 60% de la FCM incrementos en el control inhibitorio y de atención, pero no para la MT. Esta falta de evidencia también ha aparecido con el resto de FE (Alves et al. 2012; Stroth et al. 2009; Tomporowski, Davis, Lambourne, Gregoski, y Tkacz; 2008).

Autores como Féry, Ferry, Vom Hofe, y Rieu (1997) sugieren que la causa del menor rendimiento en la MT tras AF son los cambios en la actividad cortical en el cerebro y la hipoxia provocada por el ejercicio. Por otro lado autores como Cian et al. (2000) sugieren que otro de los motivos podría ser la deshidratación, pues considera que un 1% de deshidratación tiene un efecto negativo en el rendimiento cognitivo. Además, Dietrich (2003) propone una relación entre la velocidad de procesamiento mental que se produce durante la AF con la teoría de la hipofrontalidad transitoria, la cual indica que la intensa activación de los sistemas motor y sensorial durante el ejercicio podría suceder a expensas de los centros cognitivos superiores de la corteza prefrontal, es decir, que la intensidad de la AF interfiera en las FE debido a conflictos en el control atencional (Soga et al., 2015).

Para entender mejor dicha relación es necesario partir de aquellos mediadores que han mostrado una mayor influencia, entre los cuales destaca la intensidad de la AF practicada. Los resultados muestran una posible relación indirecta con las FE. Así, Wang, Chu, Chu, Chan, y Chang (2013), tras estudiar los efectos de AF a distintas intensidades, encontraron que conforme aumentaba la intensidad disminuía el rendimiento cognitivo. Loprinzi y Kane (2015), por su parte encontraron un efecto agudo negativo sobre la FC cuando la AF superaba el 70% de la frecuencia cardiaca máxima. Soga et al. (2015) obtuvieron un decremento en la MT al aumentar la intensidad de la AF. Smith et al. (2016), tras

comparar dos tareas con distintas intensidades (90 y 70% de la frecuencia cardiaca de reserva), comprobaron que existía un descenso en la precisión y el tiempo de respuesta cognitiva en la tarea de mayor intensidad. En cambio, Ramos et al. (2017) hallaron mayor rendimiento en las pruebas de evaluación de las FE cuando se desarrollaba una AF al 110% del umbral del lactato (UL) que cuando se realizaba al 90% o antes conductas sedentarias. Y en esa tónica, Tsukamoto et al. (2016) obtuvieron mayores beneficios ejecutivos con AF interválica en comparación con AF continua. Barenberg et al. (2015) también obtuvieron mejores niveles de FC tras una AF muy vigorosa realizada hasta el agotamiento.

En el estudio II, la intensidad a la que se desarrollaron las condiciones puede considerarse vigorosa o muy vigorosa, al alcanzar en la condición física el 87.61% de la FCM, y en la condición FICO el 85.45% de la FCM. Lo que difiere parcialmente de las consignas que se les dieron a los participantes, pudiendo este hecho ser el causante de los resultados obtenidos.

Otras variables que han mediado en los resultados encontrados incluyen algunas características del niño, como su condición física de partida, o el nivel inicial en sus FE. Así, Sibley y Beilock (2007) encontraron beneficios únicamente cuando los niveles basales de MT eran bajos. Por su parte, Stroth et al. (2009) concluyeron que una alta condición física producía mejoras en el procesamiento cognitivo, y ellos a pesar de que esta condición no influía en la MT, estos hallazgos fueron matizados por Chen et al. (2014), los cuales encontraron que, conforme aumentaba la edad disminuían las mejoras en la MT e inhibición y aumentaban las de la FC. Loprinzi y Kane (2015) asociaron las mejoras en FC a la capacidad cardiorrespiratoria de los participantes. Kamijo et al. (2011) encontraron que, a medida que existía una aptitud física más elevada, el incremento en la MT era mayor. En este estudio, el nivel de partida de los participantes se consideró normal, atendiendo a los diagnósticos psicológicos y rendimientos académicos explicitados por los profesionales que atienden a los sujetos de la muestra.

Otro de los motivos de la falta de evidencia pudo haber sido el poco tiempo de la tarea, pero en estudios como los de Coles y Tomporowski (2008), Covassin et al. (2007), Pontifex et al. (2009), y Sibley y Beilock (2007), en los que, tras realizar ejercicios aeróbicos que variaban en su duración (entre 15 y 40 minutos),

no encontraron beneficios en la utilización de la MT. Estos autores concluyen que la AF no ejerce influencia en la reconfiguración de dicha memoria.

En referencia a los beneficios hallados en la MT estos pueden deberse a factores como la intensidad de la AF, pues cuando ésta es moderada los potenciales cerebrales relacionados con eventos (ERPs) revelan que las amplitudes N1 y N2 en el sitio parietal disminuyen mientras que las amplitudes P2 y P3 en el sitio frontal aumentan, sugiriendo que fue la motricidad corporal gruesa la que permitió mayores niveles de atención en lugar de las FE (Pontifex y Hillman, 2007). Esta idea coincide con la teoría de la hipofrontalidad transitoria (Dietrich y Sparling, 2004), que propone que una intensa activación de los sistemas motor y sensorial durante la AF puede deberse a expensas de los centros cognitivos superiores de la corteza prefrontal (Dietrich, 2003). Además, el estrés inducido por la AF puede afectar la MT a través de un aumento en las catecolaminas (McMorris et al., 2009). El CPF, es responsable de la MT, siendo también vulnerable a la exposición a las catecolaminas inducidas por el estrés (Arnsten, 2009). Por otra parte, el ejercicio físico agudo provoca un aumento del nivel de cortisol circulante (Wahl, Zinner, Achtzehn, Bloch, y Mester, 2010), que está asociado con una función de memoria deficiente (Newcomer et al., 1999).

5.3. ACTIVIDAD FÍSICA CON O SIN IMPLICACIÓN COGNITIVA.

Los resultados encontrados en el estudio II no pueden ser justificados por la presencia o ausencia de carga cognitiva durante la AF, pues tras la manipulación de dicha variable no se han encontrado diferencias en el rendimiento posterior. Estos resultados irían en contra de los últimos resultados encontrados, que evidencian la importancia de la implicación cognitiva durante la AF para conseguir beneficios agudos en las FE (Benzing et al., 2016; Schmidt et al., 2016; van der Niet et al., 2015).

Desde nuestro punto de vista, los resultados obtenidos, a priori contradictorios con parte de las evidencias de la literatura existente, podrían estar justificados entre otros aspectos, por una falta de control de la carga mental de la tarea, pues no hubo una adecuación de su complejidad a las capacidades iniciales

de los participantes. Son las características del entorno las que influyen en el nivel de complejidad. Una manipulación más centrada en el nivel inicial del participante pudo aumentar la complejidad y por lo tanto la implicación cognitiva. La tarea fue diseñada para ajustarse a los requerimientos físicos de intensidad moderada-vigorosa, pues era la intensidad que en los antecedentes más beneficios se habían encontrado. Esto llevó a usar unos espacios de acción suficientemente grandes para conseguir un aumento de la carga interna de la tarea, como así se ha demostrado. En cambio el uso de esos espacios grandes, que permitieron al participante dicha intensidad, también pudo hacer que la incertidumbre de la tarea no fuera lo suficientemente elevada para conseguir unos beneficios mayores que los que se pueden encontrar por la AF aeróbica. En palabras de Alarcón et al. (2017), la naturaleza y orientación de los entornos de práctica constituyen variables determinantes para el desarrollo de las FE. Es la interacción con los adversarios y compañeros en espacios reducidos que limitan el tiempo de acción, donde los niños deben crear, supervisar y modificar constantemente un plan cognitivo para satisfacer las demandas cambiantes de las tareas (Banich, 2009).

Estos resultados fueron fundamentales para la elaboración de objetivos y diseño experimental del estudio III. En él se intentó aumentar la validez interna a partir de aumentar el control de la tarea, tanto de la variable independiente (manipulación de la carga mental de la tarea), como de posibles variables contaminantes (requerimientos físicos y coordinativos de la tarea). El protocolo experimental permitió igualar ambas condiciones en la carga externa de la tarea, tanto en volumen e intensidad del esfuerzo físico, como en el volumen y dificultad de las exigencias motoras. Por otra parte, la decisión de usar el paradigma n-back, aseguró que la condición de carga mental tuviera unas exigencias superiores a la condición sin carga mental. Además, este aumento de carga tenía claramente definido su origen. La prueba 2-back requiere del participante recursos de la red ejecutiva relacionados con la memoria de trabajo. En concreto los participantes en esta prueba estaban usando los recursos que les permiten el mantenimiento y la actualización de la información.

Los resultados encontrados en el estudio III, sí que confirman la hipótesis de partida. La manipulación de la carga mental tuvo un efecto positivo en el

rendimiento de las tareas realizadas a posteriori, relacionadas con las FE. Estos resultados podrían explicarse por la “hipótesis de estimulación cognitiva”, que sugiere que las actividades cognitivamente exigentes pre-activan las mismas regiones del cerebro que se utilizan para controlar procesos cognitivos de orden superior (Best, 2010). Esto implicaría que una mayor participación cognitiva durante la AF se podría asociar con un mejor rendimiento cognitivo posterior. Así, con respecto a la MT, en los estudios que encuentran beneficios, la AF analizada demanda esfuerzo mental, como es el caso de los deportes de interacción (Hsieh, Chang, Hung, y Fang, 2015; Zach y Eyal, 2016).

Por otra parte, los cambios neuroeléctricos que subyacen en los comportamientos dirigidos a las metas, pueden involucrarse en el flujo de procesamiento de información. Dicho flujo queda influenciado por la participación en el ejercicio aeróbico agudo, por el potencial cerebral relacionado con el evento (ERP) y por el potencial P3 en particular, resultan útiles para describir los cambios inducidos por el ejercicio en los procesos que ocurren entre la participación del estímulo y la ejecución de la respuesta.

Además, la teoría de la hipofrontalidad transitoria (Dietrich y Sparling, 2004), tal como se aplica al ejercicio, indica que los procesos de control ejecutivo podrían cambiar inmediatamente después del ejercicio. Suponiendo que el rendimiento cognitivo está relacionado con la reasignación de recursos en el cerebro, parece haber un desfase entre el final del ejercicio y cuando el cerebro vuelve al estado homeostático de la línea base. De hecho, cuando el ejercicio es de mayor intensidad debido al aumento de las demandas se requerirá mayor tiempo para regresar a la homeostasis. En una revisión reciente, Dalsgaard (2006) discutió la relación metabólica cerebral, que demuestra efectos similares con ejercicio intenso, en esta similitud se describe como se relacionan el oxígeno en el cerebro con la cantidad de sustrato disponible.

Investigaciones anteriores coinciden en que el ejercicio de alta intensidad induce a un mayor nivel de BDNF sérico (Schmidt-Kassow et al., 2012). Dado que el factor neurotrófico está asociado con el aumento del volumen cerebral, que desempeña un papel clave en la función de la memoria (Erickson et al., 2011), el efecto beneficioso podría reflejar la relación entre el ejercicio y la FE en los participantes jóvenes. Los estudios en animales han indicado que el factor de

crecimiento de insulina 1 (IGF-1) y el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) también tienen efectos sustanciales sobre la modulación de la plasticidad sináptica (Ding, Vaynman, Akhavan, Ying, y Gomez-Pinilla, 2006; Ericsson, Charness, Feltovitch, y Hoffman, 2006; Gluckman et al., 1992), que contribuye a mejorar la función cognitiva (Cetinkaya et al., 2013; Voss, Vivar, Kramer, y van Praag, 2013). Un estudio humano empírico ha revelado que el IGF-1 está asociado positivamente con la inteligencia en niños de 8 a 9 años (Gunnell, Miller, Rogers, y Holly, 2005). Por lo tanto, es posible que el efecto de factores neurotróficos inducidos por el ejercicio (por ejemplo, BDNF, IGF-1 y VEGF) pueda contribuir a mejorar la función ejecutiva en adolescentes.

Por otro lado, considerando el análisis de los polimorfismos genéticos y la información aportada sobre los procesos contribuyentes a nivel neurofisiológico, destacaría el sistema de dopamina, el cual facilita los efectos agudos de la AF sobre la FC. Patrones de resultados como los de Berse et al. (2015), sugieren coincidencia con la neurociencia conductual, pues las funciones del transportador de dopamina en el cerebro son específicas de la región con un mayor impacto en las áreas subcorticales que en las áreas prefrontales. Mientras que en las áreas subcorticales, el transportador de dopamina libera y elimina la dopamina extracelular en la sustancia negra, en el estriado su función principal es la recaptación de dopamina (Madras, Miller, y Fischman, 2005). Formando parte este estriado de la red frontoestriatal, el cual constituye la base del funcionamiento ejecutivo. La AF ha demostrado incrementar los niveles de dopamina en humanos (Winter et al., 2007), lo que hace suponer que en base a esta relación se producen los beneficios en la FC.

5.4. ACTIVIDAD FÍSICA CON IMPLICACIÓN COGNITIVA VS ACTIVIDAD COGNITIVA SEDENTARIA

El problema de manipular la carga mental de la tarea, manteniendo estable la carga física y coordinativa, tal y como se ha realizado en el estudio III, deja en el aire un interrogante, y es si los beneficios agudos de la AF sobre el rendimiento

cognitivo se producen gracias a la carga mental inherente o a la interacción de la AF con dicha carga. Cuando se ha comparado el efecto agudo de tareas solo con requerimientos cognitivos con aquellas que poseen también una carga física los resultados no son concluyentes. Así, autores como Noriaki et al. (2016), tras analizar el efecto agudo de diferentes tareas con carga mental en un grupo de escolares hallaron que los mayores beneficios en la capacidad inhibitoria fueron para la tarea física con implicación cognitiva (reto motor). En cambio, estudios como los de Jäger, Schmidt, Conzelmann, y Roebers (2015), Schmidt, Benzing, y Kamer (2016) o Stein, Auerswald, y Ebersbach (2017) no hallaron la superioridad esperada de dichas tareas en comparación con las que solo tenían requerimientos cognitivos.

En el estudio II de la presente tesis, tampoco se encontraron diferencias cuando se compararon la tarea de AF con implicación cognitiva y la tarea sedentaria, que también tenía exigencias mentales. En cambio, en las comparaciones de las condiciones por pares de la capacidad de inhibición, y del análisis de sus diferencias de medias, se observa una tendencia a la significatividad ($p=.056$), observándose unos valores menores para la condición físico-cognitiva, es decir, que tras dicha tarea, el participante tiene una mayor capacidad de inhibición que tras la tarea de lectura. Así pues, parece que la capacidad de inhibición sí pudiera estar beneficiándose de realizar previamente una AF con implicación cognitiva.

Otra explicación plausible es que las tareas experimentales demandaran algunos procesos cognitivos similares, generando una carga mental parecida. Las demandas mentales la tarea de lectura pudieron haber generado una activación de las áreas dorsal (temporo-parietal), ventral (temporo-occipital y basal temporal) y frontal inferior (Pugh et al., 2000), relacionadas con la MT.

Este trabajo pudo inducir una carga mental que activara dichas áreas y que permitiera una optimización posterior del rendimiento de tareas asociadas a la MT. En cambio esta tarea no estuvo presente la resolución de problemas, algo que sí ocurrió con la tarea FICO. Esto obligó al participante a activar el cingulado anterior para detectar el conflicto, e inhibir los estímulos no relevantes, además de evitar la aparición de respuestas preponderantes. La activación de estos procesos

pudo permitir una mayor capacidad de afrontar tareas con los mismos requerimientos como la prueba de Anillas.

Estos resultados van en la línea de los estudios sobre la capacidad de inhibición. Autores como Jäger et al. (2014) encontraron mejoras tras la realización de AF aeróbica con compromiso cognitivo en contraste con condiciones sedentarias. McMorris, Collard, Corbett, Dicks, y Swain (2008), concluyeron tras comparar a práctica de AF con y sin implicación cognitiva, que no hay evidencias suficientes que respalden un efecto directo del aumento de las concentraciones de catecolaminas en el rendimiento cognitivo inhibitorio durante el ejercicio. Los hallazgos no aclararon totalmente si la combinación entre AF y tareas con implicación cognitiva aumentaban los niveles neuroquímicos más que el ejercicio sin dicha implicación, resultando contradictorio el hecho de que sí se han hallado mayores respuestas de la norepinefrina a la combinación de ejercicio e implicación cognitiva. De hecho dichos aumentos neuroquímicos inmediatos pueden aumentar transitoriamente la respuesta neural ante tareas cognitivamente desafiantes.

Por otro lado, hay un planteamiento que se ha obviado hasta el momento en el análisis del efecto agudo de la AF sobre las FE y que consideramos debe ser tenido en cuenta en investigaciones futuras. Es posible que el efecto agudo de un ejercicio físico con implicación cognitiva venga determinado por el tipo de mecanismo cognitivo demandado en la AF realizada. Parece lógico pensar que, al igual que un entrenamiento de la fuerza produce un deterioro de la capacidad para realizar contracciones musculares al término de una sesión de entrenamiento, la demanda de ciertas capacidades cognitivas por encima de un umbral de estimulación determinado e individual de cada persona, provocara un deterioro del rendimiento cognitivo por agotamiento de los recursos disponibles. Existen indicios de que la respuesta del organismo a estímulos de naturaleza cognitivo/emocional podría seguir un patrón similar al que manifiesta tras someterse a estímulos de naturaleza puramente física (Cárdenas y Perales, 2015). Esto significa que su deterioro vendría condicionado por superar un umbral determinado y su mejora por dejar transcurrir el tiempo necesario para que el organismo pueda movilizar los recursos adaptativos necesarios. En este sentido, será de vital importancia tener control del tipo de demandas cognitivas

implicadas en el ejercicio y el nivel de exigencia individual que representan. Las consecuencias de este tipo de control para el estudio del efecto crónico serán aún mayores.

En definitiva, el estudio I proporciona evidencia limitada para una establecer con certeza las variables del ejercicio físico que indiquen positivamente en las FE en jóvenes sanos. Los mayores problemas que se encuentran son la variabilidad de metodologías, individualidades de los participantes y de las tareas tanto físicas como cognitivas, además de que el principal enfoque que se le ha dado a los beneficios mentales del ejercicio físico se centra en determinar la dosis adecuada según variables cuantitativas, sin que esto haya ayudado a esclarecer si la práctica de ejercicio físico tiene realmente beneficios cognitivos, ni a determinar, en los casos que se ha cerciorado mejora, de cuáles son las verdaderas claves a tener en cuenta. Los escasos estudios con rigor metodológico no permiten establecer conclusiones válidas sobre qué características del ejercicio físico tiene una mayor incidencia, no solo en el rendimiento cognitivo, sino en variables con mayor transferencia a contextos reales como el educativo y el deportivo. Desde nuestro punto de vista, esta inconsistencia podría estar justificada por la falta de control de los aspectos cualitativos de la AF. La naturaleza y orientación de los entornos de práctica constituyen variables determinantes para el desarrollo de las FE (Alarcon et al., 2017). Es necesario, por tanto, un aumento en la calidad de los diseños mediante la inclusión de una manipulación de la carga mental durante el desarrollo de la práctica de AF, que permita esclarecer si al controlar las variables contaminantes mencionadas, el ejercicio físico realmente incrementa los recursos cognitivos y, en tal caso, qué tipo de ejercicio físico provocaría unos beneficios superiores.

En el estudio III se trató de avanzar un paso más en cuanto a la incidencia de la AF sobre las FE, en concreto de una AF específica de un deporte de interacción como es el fútbol, contando como participantes con sujetos expertos en el mismo, a diferencia de los participantes del estudio previo. El que los participantes sean expertos en situaciones análogas a las que se van a desarrollar en esta investigación, resulta crucial para que puedan desarrollarlas a un alto nivel (Mann, Williams, Ward, y Janelle, 2007). Para (Vila-Maldonado, García, y Contreras, 2012), dentro de la perspectiva pericia-capacidades cognitivas,

entienden que el deportista experto es capaz de procesar la información y solucionar los problemas que se planteen en el entorno que dominan de manera eficaz. Dando pie a optar por esta hipótesis en cuestión.

Ante estos hallazgos, puede decirse que tras la realización de tareas específicas de deportes de interacción (fútbol), donde se es experto, con una alta tasa de CM, se producen mejoras estadísticamente significativas en la FE globalizadas y en la MT, no siendo así para la inhibición, con respecto a una tarea similar carente de carga mental. Estos resultados apoyan en parte la hipótesis de partida.

Los resultados obtenidos pueden derivarse de los recursos cognitivos centrales que se ocupan con la adición de carga mental. De hecho, la prueba 2-back implica la utilización de recursos de la red ejecutiva, los cuales se relacionan con la MT (Ávila, 2017), mismos recursos que los utilizados por la prueba Letras y Números. Los sujetos durante el desarrollo de la condición CCM mantienen ocupados los recursos que facilitan el mantenimiento y actualización de la información, mientras que en la condición SINCM dichos recursos quedan disponibles. Estos recursos cognitivos centrales se utilizan para el control y selección de objetivos y estrategias (Tirapu-Ustárrroz y Muñoz-Céspedes, 2005), permitiendo a los deportistas mantener activos los objetivos de la condición y saber la evolución del logro en ella.

5.5. ACTIVIDAD FÍSICA VS ACTIVIDAD SEDENTARIA COGNITIVA SOBRE EL ESTADO EMOCIONAL

En los antecedentes analizados hasta ahora no ha existido ningún control sobre variables emocionales que pudieran influir en los resultados, tales como la motivación o el estado afectivo que suscita la tarea. Una mayor motivación hacia la tarea va a determinar el esfuerzo que el participante está dispuesto a realizar. Y la percepción de esfuerzo percibido que tiene el participante, a su vez, viene condicionada por las expectativas de éxito en la tarea (Cárdenas, Conde-González, y Perales, 2017). Esto ocurre también con el estado emocional. Puede

que los diferentes estados emocionales que suscitan las diferentes tareas estén explicando los cambios en el rendimiento cognitivo. Greene, Bahri, y Soto (2010) encontraron beneficios en la memoria de los participantes tras inducir estados emocionales positivos con niveles de activación elevados.

En la literatura, pueden encontrarse múltiples estudios que verifican los efectos positivos agudos de la AF en el bienestar afectivo, siendo gran parte de ellos investigados en entornos controlados dentro de laboratorios o mediante programas supervisados, lo que puede suponer una excesiva estructuración de los resultados. Así pues, Kanning, Ebner-Priemer, y Schlicht (2015) trataron de analizar si la práctica de AF cotidiana desarrollada por 74 sujetos durante tres días consecutivos mejoraba los estados afectivos, hallando que la mayor cantidad de AF no implicaba mayor agradabilidad (valencia), aunque si mayor percepción de activación si la práctica de AF se había realizado en los 10 minutos previos. Aquí el IMC fue una variable moderadora. Estar físicamente activos significó mayores niveles de agradabilidad, lo que sugiere que la AF no está asociada con efectos positivos per se, como se muestra en otros estudios experimentales con episodios agudos. Siguiendo esta línea, Jeckel y Sudeck (2016) analizaron la relación entre la práctica de AF y su influencia sobre estados emocionales, a través de una evaluación ambulatoria sobre la relación entre las asociaciones positivas de la AF y el bienestar afectivo, hallando que esta AF diaria tenía efectos positivos agudos en el estado emocional, tanto en la valencia como en la activación.

Dunton y col. (2014), por su parte, desarrollaron un estudio de corte ecológico en una población infantil, hallando que el incremento de 14 minutos diarios de AF con intensidad moderada vigorosa, producía mejoras, aunque no significativas, en los niveles de afectividad de los sujetos, especialmente trascurridos unos 30 minutos de dicha práctica. Estos resultados pudieron deberse a factores como el tiempo empleado, lo que abre la puerta a sugerir que, ante mayores tiempos, similares a la duración de las sesiones de Educación Física en los currículos actuales, implicarían conseguir unos beneficios mayores y significativos.

Estos antecedentes hacen pensar que los cambios encontrados en el nivel de agradabilidad pudieron deberse a la intensidad de las dos tareas. Estos hallazgos

muestran concordancia con otros estudios como los de Hall, Ekkekakis, y Petruzzello (2002); Kilpatrick, Kraemer, Bartholomew, Acevedo, y Jarreau, (2007); Parfitt, Rose, y Burgess (2006), los cuales hallaron como la AF de alta intensidad derivaba en la obtención de unos menores niveles afectivos que cuando se desarrollaba dicha AF con intensidades bajas o incluso moderadas. De hecho, Hall y col., indican que una AF que implique situarse por encima del umbral ventilatorio, correlaciona positivamente con unos bajos niveles de afectividad, logrando recuperarse estos a sus niveles de partida cuando finaliza dicha AF.

Asimismo, otras investigaciones como las de Saanijoki y col. (2015), en las que tras comparar los efectos en las respuestas afectivas agudas AF moderada-vigorosa continua y de intervalos de alta intensidad, halló que los sujetos sedentarios mostraban disminuciones de la valencia durante la práctica de entrenamientos interválicos de alta intensidad, en contraste con la AF continua. Estos resultados sugieren la existencia de una relación entre el esfuerzo percibido y unos menores niveles de agradabilidad. Aunque existen autores como (Hardy y Rejeski, 1989) que entiende que la percepción subjetiva del esfuerzo no representa directamente el estado afectivo, ya que un sujeto podría vivenciar una AF como muy extenuante y agotadora, y disfrute con el reto de dicha práctica a pesar de ello.

Con respecto a los niveles de activación, los resultados obtenidos en el estudio II no sugieren que la AF propuesta no incitó ningún cambio en el nivel de activación de los participantes. Aunque estos resultados pueda parecer que contradicen a los antecedentes, en un reciente metaanálisis Liao, Shonkoff, y Dunton (2015), solo encontraron 3 estudios de los 7 que incluyeron y que ofrecían una calidad metodológica considerable, en el que el nivel de activación aumentara tras la AF, y todos ellos llevados por Kannig y colaboradores al analizar las actividades cotidianas en población adulta. Estos resultados llevaron a los autores a afirmar que los efectos de la AF sobre los niveles subjetivos de activación de los participantes no eran concluyentes. En cambio, en el único estudio ecológico llevado a cabo en población infantil se encontró que un aumento de la AF diaria de 14 minutos con intensidad moderada vigorosa predecía un punto en la escala de 4 en los niveles de activación (Dunton y col., 2014). Estas diferencias con respecto a nuestros resultados pueden deberse a

diversos factores. En primer lugar, el tiempo de la tarea usado aquí fue inferior a los 14 minutos que Dunton y colaboradores necesitaron para conseguir aumentar el nivel de activación. Aunque no fueron significativas, dicha tarea aumentó el nivel de activación de los participantes. En cambio, la prueba control produjo una disminución de los niveles de arousal, y aunque estas diferencias entre ambas condiciones no fueran significativas, su existencia abre la puerta a pensar que con un aumento de la duración de la tarea se pudieran haber conseguido unas diferencias mayores y significativas.

5.6. CARGA MENTAL Y ESTADO EMOCIONAL

Unas de las limitaciones del estudio de Dunton y col. (2014) es la falta de control del tipo de AF. En él solo se recogen “evaluaciones objetivas” sobre la AF, pero se desconocía si esta práctica se producía en entornos más o menos inestables que obligaran a una implicación cognitiva de los niños. En la actualidad existe una tendencia a analizar cómo el tipo de AF puede influir en el estado emocional de los participantes. Existen estudios que han encontrado beneficios de la práctica deportiva de modalidades abiertas en las tasas de satisfacción en las personas (Gálvez, 2004), y en los niveles de activación (Gutiérrez, 2000). Estos hallazgos coincidirían con los encontrados en el estudio II, en el que los niños aumentaron sus niveles de activación gracias al juego de oposición. La pregunta que debemos hacernos es, ¿qué variable propició estos cambios?, ya que la tarea física en forma de circuito tenía una carga interna y externa muy similar al juego de oposición, por lo que se descarta que dichos factores fueran los que produjeran los aumentos en los niveles de activación. Una explicación plausible es que las tareas con un carga mental producen niveles de activación más elevados (Cárdenas, Conde-González, y Perales, 2015). Klaperski, von Dawans, Heinrichs, y Fuchs (2013) encontraron que los niveles de calma bajaron tras la aplicación de un protocolo diseñado para generar un estrés psicosocial. Durante el protocolo, los participantes estuvieron sometidos a un entorno con falta de control. Esta incertidumbre fue la causante del estrés fisiológico y psicológico. Recientemente se ha comprobado cómo la incertidumbre

del entorno podría estar causando cambios en los niveles de excitabilidad fisiológica de las personas (De Berker y col., 2016). El juego motor de oposición se caracteriza por crear un entorno con una incertidumbre elevada, pues los participantes no podían predecir las acciones de los miembros del equipo rival, teniendo que adaptar su comportamiento para tener éxito constantemente. Esta necesidad de adaptación constante podría ser la causa de las diferencias en la activación entre el juego de oposición y la tarea físicas en circuito, debido a que este cambio de excitabilidad parece que es usado por el cerebro como marcador somático para ajustar el comportamiento hacia la elección menos incierta (Urai, Braun, y Donner, 2017).

Con respecto al grado de agradabilidad que suscita la tarea, los resultados encontrados en ambos estudios indican que la presencia de carga mental durante la actividad física disminuyen los niveles de agradabilidad, aunque siempre terminando con valores superiores a 5, que aseguran una emoción positiva. Esta disminución pudo deberse a la carga emocional de la tarea, pues el feedback inmediato de los errores en la toma de decisiones o en la ejecución, genera mayores tasas de frustración, al permitir al sujeto ser consciente “in vivo” de sus errores, lo que incide en la emocionalidad. En una tarea deportiva en la que está presente la TD, el participante está expuesto a cometer errores, máxime si la tarea es definida como de complejidad alta, como el caso que nos ocupa. Así, autores como Kleine (1990) y Woodman y Hardy (2001) afirman que existe una relación entre las variables emocionales y los deterioros en los rendimientos deportivos, sugiriendo que dicho estado emocional variará en función del contexto (Moltó et al., 1999). Este feedback que recibe el deportista de su error puede conducir a estados emocionales negativos, (Cárdenas, Perales, y Alarcón, 2014), debido a la percepción de miedo al ridículo u otras experiencias anteriores negativas que plantea la corrección pública (Torijano, 2004). Aún así, esta disminución de la agradabilidad no hizo que la tarea fuera percibida como emocionalmente negativa. La expectativa de poder superar el reto, aun existiendo errores, pudo aumentar la motivación del participante y tener un efecto positivo en el estado emocional, eliminando en parte el efecto negativo de la aparición del error.

Los resultados del presente estudio tienen unas implicaciones prácticas y educativas que habría que tener en cuenta. Si una AF mediante juegos motores de

oposición conduce a disminuir los niveles de valencia, y, a su vez, a aumentar el nivel de activación de los niños, los centros educativos y por extensión los docentes especialistas podrían planificar sus contenidos para iniciar el día con una hora de educación física que finalizara con este tipo de juegos motores, o incluir rutinas como las cuñas motrices que permitieran estos beneficios, puesto que la tenencia de unos niveles de valencia inadecuados o el no mostrar unos niveles de activación suficientemente elevados, puede tener un efecto negativo en el aprendizaje. Existe un nivel de estrés óptimo para que se produzca el aprendizaje (Arnsten y Li, 2005), aunque este no puede ser muy elevado, ya que estrés y cognición se relacionan mediante una U invertida (Lupien y McEwen, 1997). Esta relación se reflejaría en la respuesta neurocognitiva a la disponibilidad de catecolaminas. Parece que para la cognición existe un nivel crítico de dopamina y de noradrenalina, en el que una insuficiencia o exceso de estos neurotransmisores podría dificultar la capacidad de memoria de trabajo (Murphy, Arnsten, Jentsch, y Roth, 1996).

En esta línea, existe una extensa bibliografía (ver Cahill, Gorski, y Le, 2003) que demuestra que las hormonas endógenas liberadas por eventos de estrés emocional ayudan a consolidar en la memoria tal evento. Serían las hormonas del estrés un componente esencial de un sistema de aprendizaje para los acontecimientos con carga emocional y que ayudaría a fortalecer las conexiones en la memoria (Cahill y McGaugh, 1998). Estudios como los de Greene y col. (2010) corroboran esta afirmación al demostrar que para la mejora de la memoria se debía producir un estado emocional positivo y un nivel de activación alto. Si alguna de las dos dimensiones era distinta no se producían mejoras en el rendimiento. En nuestro estudio, las dos tareas de AF generaron niveles de valencia positivos de los participantes, ofreciendo un estado afectivo óptimo para afrontar situaciones de aprendizaje posteriores.

5.7. ACTIVIDAD FÍSICA, ESTADO EMOCIONAL Y FUNCIONES EJECUTIVAS.

Finalmente, y de manera globalizada, autoras como Diamond y Ling (2016) indican que las FE tienen relación con el CPF y con otras regiones neurales, las cuales están interconectadas con dicho CPF (Aron, Behrens, Smith, Frank, y

Poldrack, 2007; Eisenberg y Berman, 2010; Leh, Petrides, y Strafella, 2010). El CPF es la zona más nueva del cerebro y también la más vulnerable, así este y por tanto las FE sufren las consecuencias de aspectos emocionales como el estrés, la tristeza, la soledad o la falta de un buen estado de salud. Por el contrario, las FE mejoran cuando la activación es menor, no se percibe estrés y hay una sensación de buena salud física y emocional (Diamond, 2016).

Considerando que las emociones negativas deterioran las FE, y las positivas las mejoran, una manera adecuada de desafiar y mejorar las FE es reducir aquellos aspectos o factores que perjudican la emocionalidad, así como mejorar los que benefician dicha emocionalidad. No siendo completamente válidos aquellos programas de mejora de las FE que no tienen en cuenta las emociones de los individuos, en cuanto a la disminución del estrés o el aumento de la alegría, interacción y apoyo social, mejora del sueño o de la aptitud física, es decir, que no satisfagan las necesidades emocionales, sociales o físicas.

Diamond y Ling (2016) consideran que el efecto del estado de ánimo deprimido influye en las FE, así cuando estamos tristes el control de atención es peor (Desseilles et al., 2009; von Hecker y Meiser, 2005); y cuando estamos felices tenemos un mejor control atencional (Gable y Harmon-Jones, 2008). Esta relación también ha sido corroborada en otros componentes ejecutivos como la FC. Además, el estado de ánimo es uno de los predictores más relevantes con respecto a la creatividad (Hirt, Devers, y McCrea, 2008), encontrando que un estado de ánimo positivo conduce a una mayor creatividad (Ashby, Isen, y Turken, 1999), lo que permite mostrar una más alta FC y hallar relaciones inusuales y atípicas de las categorías (Isen, Daubman, y Nowicki, 1987; Isen, Johnson, Mertz, y Robinson, 1985). En resumen, las personas son más capaces de "pensar fuera de la caja" cuando son sus emociones positivas son mayores.

VI - CONCLUSIONES

VI - CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente tesis doctoral respecto a las variables analizadas en los tres estudios llevados a cabo, incitan a profundizar en futuros estudios sobre aquellas tareas o condiciones que suponen mayores niveles de los componentes ejecutivos con la intención de incrementar el conocimiento y establecer aplicaciones prácticas en aras de la mejora de sus capacidades cognitivas, psicológicas y emocionales.

A continuación, se plasmarán cada una de las conclusiones considerando los objetivos tanto principales como secundarios para los dos estudios que componen la presente tesis doctoral.

6.1. ESTUDIO 1.

Con respecto al estudio 1 las conclusiones a las que se han llegado son las siguientes:

Objetivo general: Realizar una revisión sistemática de la literatura para determinar el estado de la cuestión del efecto de la AF y el ejercicio físico sobre las FE.

.Atendiendo este objetivo, se concluye que existe relación entre la práctica de AF y los niveles de las FE, encontrando diferentes elementos que determinan dicha relación.

Objetivo específico 1: Analizar la influencia de variables mediadoras en el efecto agudo de la AF sobre las FE.

Respecto al primer objetivo concluimos que la AF, especialmente la aeróbica, se relaciona con beneficios tanto a nivel físico como cognitivo. Que los beneficios en las FE no son constantes para todos sus componentes, dependiendo

la individualidad y características físicas y cognitivas previas. Que el tipo de AF (resistencia aeróbica, fuerza u otro) incide de modo distinto en los componentes de las FE. Que con 20 minutos de AF a intensidad moderada es suficiente para mejorar la inhibición significativamente. Que la adicción de implicación cognitiva a la AF correlaciona positiva y significativamente con la MT y la inhibición. Que la intensidad en la AF es inversamente proporcional al rendimiento en MT. Que la AF cualitativa no cíclica produce mayores rendimientos en la planificación y temporización.

Objetivo específico 2: Analizar la influencia de variables mediadoras en el efecto crónico de la AF sobre las FE.

Teniendo en cuenta este objetivo, concluimos que a mayor dosis de AF mayores mejoras de las FE, siendo estas mejoras aun mayores si la AF cuenta con compromiso cognitivo. Que con dosis de no menos de 60 minutos diarios de AF hay mejoras en el rendimiento de las FE y también en el académico. Que la capacidad cardiorrespiratoria tiene una influencia directa con la MT. Que existe un nivel óptimo de la mejora cognitiva relacionado con la edad y el desarrollo motor.

Objetivo específico 3: Determinar las limitaciones de los estudios publicados hasta el momento referidos a la relación FE y AF, con objeto de orientar las futuras líneas de investigación.

Atendiendo a este objetivo, se concluye con la existencia de cierta dificultad en la extrapolación de los resultados obtenidos en entornos muy controlados a lo entornos ecológicos.

6.2. ESTUDIO 2.

Con respecto al estudio 2 las conclusiones a las que se han llegado son las siguientes:

Objetivo general: Determinar si la realización de AF con implicación cognitiva derivada de la entropía de la tarea produce un efecto agudo positivo en los componentes ejecutivos que la realización de actividades fundamentalmente físicas de tipo aeróbico.

Respecto a este objetivo general se concluye que no existen efectos agudos positivos en los componentes ejecutivos entre ambas condiciones.

Objetivo específico 1: Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre la capacidad de inhibición en niños en edad escolar.

Atendiendo al primer objetivo se concluye que la inhibición en niños escolares no se ve afectada por el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 2: Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre las funciones ejecutivas globalizadas en niños en edad escolar.

Atendiendo al objetivo segundo se concluye que las funciones ejecutivas globalizadas en niños escolares no se ve afectada por el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 3: Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre la flexibilidad cognitiva en niños en edad escolar.

Atendiendo al tercer objetivo se concluye que la flexibilidad cognitiva no se ve afectada por el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 4: Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto, sobre la valencia emocional en niños en edad escolar.

Con respecto al cuarto objetivo se concluye que la valencia emocional no se ve afectada por el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 5: Comprobar el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto, sobre el estado de activación emocional en niños en edad escolar.

Con respecto al quinto objetivo se concluye que el estado de activación emocional sí se ve afectada por el efecto agudo de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 6: Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre la capacidad de inhibición en niños en edad escolar.

Teniendo en cuenta el sexto objetivo se concluye que la capacidad de inhibición no se ve afectada por el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 7: Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre las funciones ejecutivas globalizadas en niños en edad escolar.

Teniendo en cuenta el séptimo objetivo se concluye que las funciones ejecutivas globalizadas no se ven afectadas por el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 8: Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto sobre la flexibilidad cognitiva en niños en edad escolar.

A la luz del octavo objetivo se concluye que la flexibilidad cognitiva no se ve afectada por el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 9: Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto, sobre la valencia emocional en niños en edad escolar.

Teniendo en cuenta el noveno objetivo se concluye que la valencia emocional sí se ve afectada por el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 10: Comprobar el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto, sobre el estado de activación emocional en niños en edad escolar.

Teniendo en cuenta el décimo objetivo se concluye que la activación emocional si se ve afectada por el efecto agudo de manipular la carga mental de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de baloncesto.

Objetivo específico 11: Analizar la influencia de las variables que puedan mediar en los resultados de las funciones ejecutivas tras las tareas de actividad física.

Atendiendo al objetivo undécimo se concluye que otras variables como el estado de ánimo, la motivación y la ansiedad no indican en los resultados de las funciones ejecutivas tras las tareas de actividad física.

6.3 ESTUDIO 3.

Con respecto al estudio 3 las conclusiones a las que se ha llegado son las siguientes:

Objetivo general: Comprobar si la manipulación de la CM de tareas específicas de fútbol, con requerimientos físicos y coordinativos propios de las demandas del juego, tiene un efecto agudo en el rendimiento cognitivo posterior

relacionado con las funciones ejecutivas de una muestra de jugadores jóvenes amateurs de fútbol.

Respecto a este objetivo general se concluye que el rendimiento cognitivo relacionado con las funciones ejecutivas sí se ve afectado por la manipulación de la CM en tareas específicas de fútbol con requerimientos físicos y coordinativos propios de las demandas del juego.

Objetivo específico 1: Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol sobre la capacidad de inhibición en jóvenes jugadores de fútbol.

Atendiendo al primer objetivo se concluye que la capacidad de inhibición sí se ve afectada por el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol en jóvenes jugadores.

Objetivo específico 2: Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol sobre la MT en jóvenes jugadores de fútbol.

A la luz del segundo objetivo se concluye que la MT no se ve afectada por el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol en jóvenes jugadores.

Objetivo específico 3: Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol sobre las FE globalizadas en jóvenes jugadores de fútbol.

Con respecto al tercer objetivo se concluye que las FE globalizadas sí se ven afectadas por el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol en jóvenes jugadores.

Objetivo específico 4: Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol, sobre la valencia emocional durante y al finalizar la tarea en jóvenes jugadores de fútbol.

Con respecto al cuarto objetivo se concluye que la valencia emocional sí se ve afectada por el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol en jóvenes jugadores.

Objetivo específico 5: Comprobar el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol, sobre el estado de activación emocional durante y al finalizar la tarea en jóvenes jugadores de fútbol.

Atendiendo al quinto objetivo se concluye que la activación emocional sí se ve afectada por el efecto agudo de manipular la CM de tareas con demandas físicas y coordinativas específicas de fútbol en jóvenes jugadores.

Objetivo específico 6: Comprobar los cambios en la percepción subjetiva de carga de los participantes durante una tarea con demandas físicas, cognitivas y coordinativas, y sobre una tarea con demandas únicamente físicas y coordinativas específicas de fútbol.

Atendiendo al sexto objetivo se concluye que la percepción subjetiva de carga de los participantes es significativamente mayor ante tareas con demandas físicas, cognitivas y coordinativas en jóvenes jugadores de fútbol.

VII – ANÁLISIS DAFO

VII ANÁLISIS DAFO

Para la evaluación interna y externa se ha realizado un análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO), el cual proviene originalmente del *strengths, weaknesses, opportunities, threats (SWOT)*. Este tipo de análisis sirvió para reorientar la planificación estratégica en las empresas (Tomasovi, 2005; Williams, Petrelli, y Murphy, 2000), aunque en el campo de la salud también se ha empleado para el desarrollo y evaluación de programas de intervención a través del análisis e identificación de direcciones futuras, así como para desarrollar nuevos modelos de atención sanitaria (Gordon et al., 2000; Pollack, 1994).

Mediante el DAFO, se ha compilado, analizado y dilucidado información relacionada con la presente tesis. Para ello, se han destacado elementos que se cree que hay que considerar para investigaciones futuras, utilizando las fortalezas y oportunidades y anulando las amenazas y debilidades localizadas, con la intención de que la generalización de los resultados sea factible y así poder progresar en el entendimiento de la influencia de determinadas variables sobre la cognición de los escolares y deportistas, incrementando la eficacia de las prácticas deportivas y de enseñanza-aprendizaje en Educación Física u otras áreas curriculares mediante un mejor diseño de las tareas.

Tras estudiar estos elementos, se compararan con otras investigaciones semejantes de tipo predictor del rendimiento deportivo y otras donde las FE actúen como variables dependientes.

La figura 51, muestra en un esquema DAFO, una síntesis de la información más importante.

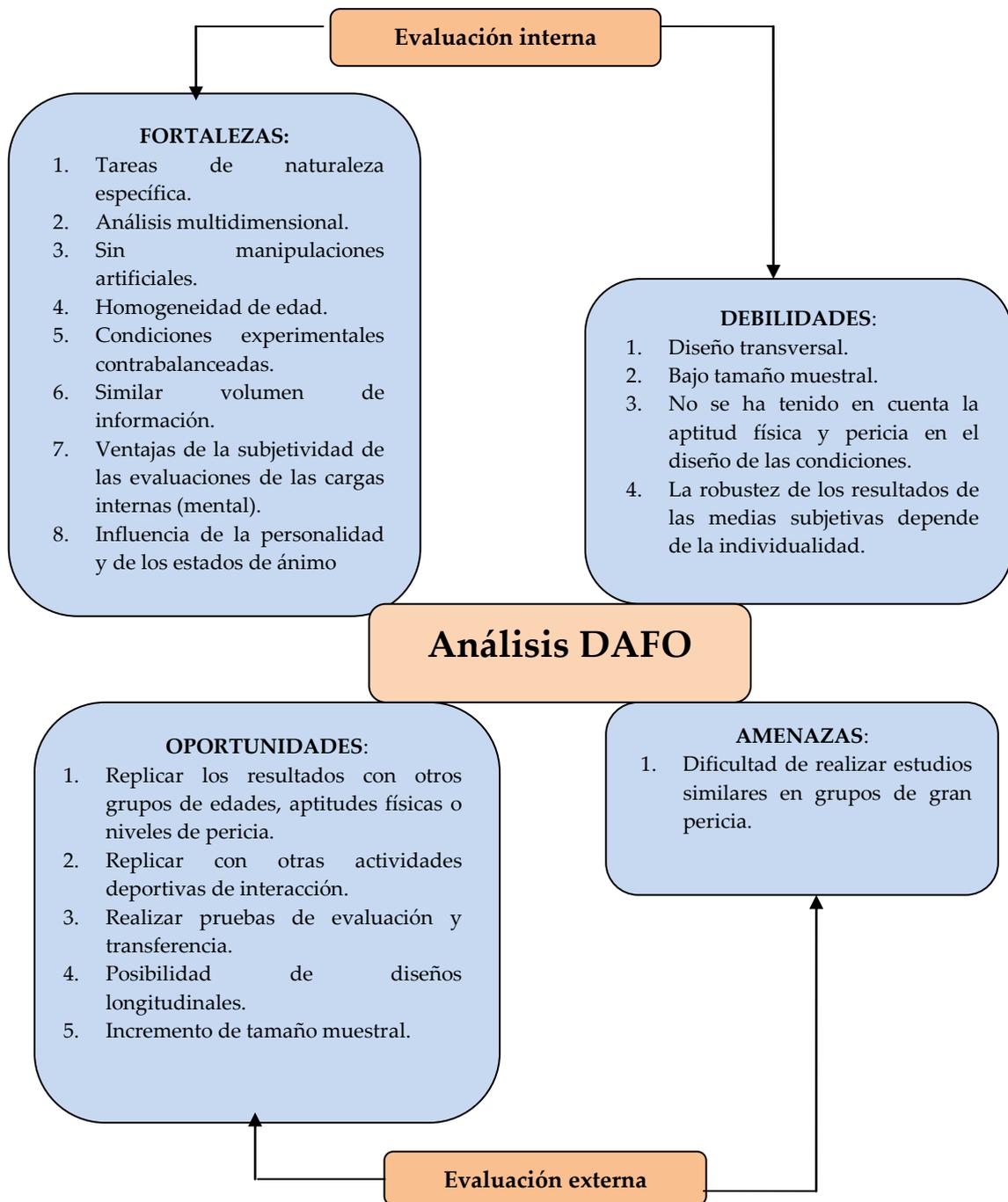


Figura 51. Análisis DAFO.

7.1. EVALUACIÓN INTERNA

7.1.1. Fortalezas.

En este apartado se hace referencia a aquellos puntos de nuestro estudio que hace que este en un lugar favorable con respecto a otros estudios, es decir, los puntos fuertes internos

Las tareas desarrolladas son de naturaleza específica, estudiándose condiciones de AF y de control propias de un entorno ecológico y para un colectivo real, escolares y deportistas, respetando la lógica interna de las actividades deportivas tanto con cómo sin implicación cognitiva, así como con y sin CM. Encontramos en la bibliografía estudios que contienen tareas de naturaleza inespecífica o semiespecífica, como por ejemplo en actividades estructuradas o no estructuradas (Barker et al., 2014), en tiempo diario de AF (Syvaaja, Tammelin, Ahonen, Kankaanpaa, y Kantomaa, 2014; van der Niet et al., 2014) entre otras tareas. En otros estudios las tareas tienen un caracteres específicos y/o ecológicos, por ejemplo autores como Alesi et al. (2015); Gonzaga, Albuquerque, Malloy-Diniz, Greco, y Teoldo Da Costa, (2014) o Vestberg, Gustafson, Maurex, Ingvar, y Petrovic (2012) analizan el fútbol, Alarcón, Ureña, Castillo, Martín, y Cárdenas (2017) se centran en el baloncesto, Alves et al. (2013) en voleibol, entre otros deportes. Además, en algunas investigaciones las tareas tienen un enfoque relacionado con la Educación Física en entornos escolares reales, donde destacamos autores como (Kvalø, Bru, Brønnick, y Dyrstad (2017) o Pesce et al. (2016).

Se ha tenido en cuenta el *análisis multidimensional de las tareas* desarrolladas, tomando en cuenta la propia naturaleza de la actividad deportiva, tal y como aconsejan (Lam, Maxwell, y Masters, 2009; Newell, 1986). Al analizar los diseños de intervención de ciertas investigaciones, se observa como algunas se centran en análisis unidimensionales de las tareas, estudiando las posibles relaciones o asociaciones con los componentes cognitivos, algunos otros como Kamijo, Takeda, Takai, y Haramura (2015) y Scudder et al. (2016) utilizan análisis bidimensionales al considerar también la capacidad y la aptitud física, no

hallando de hecho ninguno que haya tratado de relacionar el rendimiento cognitivo con las dimensiones emocionales o de personalidad.

No se ha realizado una *manipulación artificial* de la intensidad física ni de la atención y la ansiedad, respetando la propia lógica interna del juego objeto de estudio. Un número determinado de los estudios incluidos en la revisión sistemática han modificado intencionadamente las intensidades de la AF, haciéndola variar entre distintos rangos desde leve hasta vigorosa o muy vigorosa (Huertas et al., 2011; Loprinzi y Kane, 2015; Wang et al., 2013) entre otros, en nuestro caso la intensidad física de la AF fue determinada libremente por los sujetos experimentales, favoreciendo con ello las individualidades con respecto a sus aptitudes cardiorrespiratorias. Algunos estudios también han considerado la realización en contextos experimentales de manipulaciones atencionales y de la ansiedad inducidas artificialmente, como el realizado con la adición de compromiso cognitivo o no en la AF (Benzing et al., 2016; Jäger et al., 2014b, 2015) o bien modificando el espacio de juego (Martín et al., 2015).

Se ha contemplado la *homogeneidad en la edad* de los grupos experimentales seleccionados en la población para el estudio. Uno de los criterios de inclusión de los estudios era que las muestras se compusiesen de personas jóvenes, sin que pudiera considerárseles mayores, así del total de la muestra del conjunto de estudios seleccionados, un 91.84% (n=5538) han sido referidas a sujetos de 20 años o menos, por ejemplo (Berse et al., 2015; Chang et al., 2015; Stein et al., 2017), mientras que solo un 8.816% (n=492) han sido objeto de estudio mayores de esa edad, por ejemplo (Konishi et al., 2017; Smith et al., 2016; Weng et al., 2015; Zach y Eyal, 2016) . Esto refleja el 56.92% de estudios que tienen como muestra a los menores de 15 años y el resto, 43.07% para los mayores de dicha edad.

El *contrabalanceo de las condiciones* experimentales, se realizó para poder controlar “la variación residual”, debido a las diferencias entre los sujetos, ya que al utilizar a los mismos, “el efecto de arrastre”, que sucede al administrar una condición antes de que haya finalizado el efecto de otra administrada con anterioridad, así como “el efecto del aprendizaje por la práctica”, que se produce cuando las respuestas de los sujetos se benefician de la repetición, motivado por la familiarización con la prueba, pareciendo las condiciones ejecutadas en último lugar más efectivas que los desarrolladas en primer lugar, sin que haya

diferencias reales entre ellos. En los estudios analizados en la revisión sistemática unaparte considerable incluyó en su diseño un grupo control, como (Martín-Martínez et al., 2015; Pontifex et al., 2009), y de esos estudios algunos contrabalancearon las condiciones de estudio, como por ejemplo (Hillman et al., 2009; Hsieh et al., 2015).

El *volumen de información ofrecido* (reglas) es el mismo a todos los participantes, con forme aconsejan (Lam, Maxwell, y Masters, 2009; Milanese, Facci, Cesari, y Zancanaro, 2008). Esta información, no aparece reflejada de manera explícita en los estudios que componen la revisión del estudio 1, si bien de la descripción de los procedimientos puede entenderse que una parte de dichos estudios ofrecen la misma información a los participantes, ninguno de ellos enfocado en algún deporte en específico, sino en AF variadas como en (Berse et al., 2015; van den Berg et al., 2016).

Ventajas de la subjetividad de de la evaluación de la CM con respecto a otras herramientas convencionales utilizadas en algunos estudios, como la medición del VO₂Máx en (Masters, Poolton, y Maxwell, 2008) y la actividad ocular en (Buszard, Farrow, y Kemp, 2013), suponiendo una baja interferencia con los sujetos, además de ser fácilmente aplicables y permiten una gran rapidez de interpretación, amén de ser poco costosos (DiDomenico y Nussbaum, 2008; Flávio y Evangelista, 2012; Rubio et al., 2004) y de mostrar consistencia y fiabilidad con respecto a otros índices fisiológicos (Beniscelli y Torregrosa, 2010; Foster, Florhaug, Franklin, Ottschall, et al., 2001). Favoreciendo la aplicación de estrategias específicas de periodización individual y colectiva, lo que favorece que se realicen los patrones de referencia más relevantes en las actividades deportivas como son la adaptación y la individualización.

Se ha tenido en cuenta la *influencia de la personalidad y de los estados de ánimo* generados en el escolar en el rendimiento cognitivo, apoyándonos en la idea de que determinadas características individuales psicológicas, fisiológicas, ambientales o incluso mecánicas del sujeto pueden predisponer hacia una variabilidad del rendimiento cognitivo ante condiciones de estrés (Masters, 1992).

7.1.2. Debilidades.

Pueden entenderse como las *limitaciones de los estudios*, y en ellas se describen las particularidades de los estudios que los sitúan en una posición desfavorable con respecto a otras investigaciones, es decir, se trata de puntos débiles internos.

La utilización de un diseño de intervención transversal, este tipo de diseño es algo común en una parte considerable de los estudios analizados en la revisión sistemática, si bien también se ha dado relevancia a aquellos estudios que analizaban los efectos de intervenciones crónicas (n=13) como por ejemplo (Bugge et al., 2014; Dalziell et al., 2015).

Tamaño bajo de las muestras, en el estudio 2 es de 18 y en el estudio 3 de 28. En los estudios analizados las muestras utilizadas eran bastante dispersas yendo desde los escasos 9 participantes de (Konishi et al., 2017; Ramos et al., 2017), hasta los 920 de (Pesce et al., 2016). Una gran parte de los estudios analizados, para eliminar sesgo de selección, realizan una distribución aleatoria de los grupos experimentales. Aunque este método de asignación no elimina la variabilidad individual causada por la influencia de las variables extrañas, sino que la distribuye equilibradamente entre las diferentes condiciones experimentales (Balluerka, 1999).

No se ha tenido en cuenta la aptitud física y pericia de los participantes en las condiciones desarrolladas. El grado de automatización de las habilidades derivado del nivel de pericia o de la propia aptitud física se debería de haber tenido en consideración. Pues aquellos escolares que tengan automatizado suficientemente sus habilidades, pueden ver incrementado su rendimiento fácilmente, lo que haría que sus respuestas ante las tareas fuesen distintas.

La robustez de los resultados de las medidas subjetivas de la CM utilizadas en las condiciones tienen una gran dependencia de la validez de las respuestas que los sujetos dan (Jackson, Thomas, Marsh, y Smethurst, 2001).

7.2. EVALUACIÓN EXTERNA

7.2.1. Oportunidades

Suponen las implicaciones prácticas, tratándose de posibilidades externas positivas, las cuales son aprovechables y pueden considerarse a su vez como futuras líneas de investigación.

Se podrían *replicar el estudio con otros grupos de edades*, como por ejemplo Educación Infantil, de manera similar a (Stein et al., 2017), o de Educación Secundaria, donde la adolescencia pueda producir unos efectos diferentes como en (Martín et al., 2015). Los niveles de pericia también podrían estudiarse y compararse entre sí los deportistas con gran pericia o los que muestran una mayor menor pericia, pudiendo ser interesante analizar también los efectos ante las capacidades y aptitudes de los alumnos y futbolistas de una manera individualizada, permitiendo con ello el favorecer la generalización de los resultados obtenidos.

También se puede *replicar con otras condiciones y/o deportes de interacción*, tipo deportes colectivos, como el fútbol 7, el mini-basket, o el tenis, deportes ellos adaptados a las características de la muestra seleccionada, sirviendo esto para favorecer la generalización de los resultados obtenidos a otro tipo de deportes.

En relación a las pruebas de retención que sirven para *evaluar la consistencia* en el tiempo de ciertas características como las de los componentes ejecutivos desarrollados bajo este tipo de estrategia, se podrían considerar. También, se podrían desarrollar *pruebas de transferencia* en situaciones reales de competición, para analizar cómo afecta a las FE los factores emocionales que de ellas se derivan.

Al haber realizado un estudio transversal, cabe la proposición de *estudiar de una manera longitudinal el efecto* que tiene el diseño de este tipo de sesiones (duración, frecuencia, regularidad, combinación de variables, etc.), a fin de determinar las posibles adaptaciones estables y significativas, favoreciendo con ello la optimización de las clases de Educación Física, o entrenamientos deportivos.

A fin de *reducir el sesgo de selección* se podría *incrementar el tamaño de las muestras experimentales*, como en los estudios desarrollados por Pesce et al. (2016) que cuenta con 920 participantes o el de Bugge et al. (2014) que cuenta con 759 sujetos.

7.2.2. Amenazas.

Estas se entienden como los problemas, obstáculos o limitaciones externas que podrían impedir o limitar las posibilidades de desarrollo.

La principal amenaza detectada ha sido el poder desarrollar *estudios similares en otros grupos de edad o en equipos o grupos de alto rendimiento*. Derivado por la percepción de los responsables del efecto invasivo y de las posibles alteraciones de las clases o en los entrenamientos, produciéndose reticencias a aceptar intervenciones en estas clases o equipos deportivos de élite, y especialmente ante la proposición de estudios de corte longitudinal.

VIII - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IX – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abernethy, B. (2001). Attention. In R. N. Singer, H. A. Hausenblas, y C. M. Janelle (Eds.), *Handbook of sport psychology* (pp. 53–85). New York: John Wiley y Sons, Inc.

Abernethy, B., Baker, J., y Côté, J. (2005). Transfer of pattern recall skills may contribute to the development of sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 19(6), 705–718. <http://doi.org/10.1002/acp.1102>

Acker, M. B. (1990). A review of the ecological validity of neurophysiological test. In D. E. Tupper y K. D. Cicerone (Eds.), *The neuropsychology of everyday: Assessment and basic competencies* (pp. 19–56). Boston: Kluwer Academic Publishers.

Akatsuka, K., Yamashiro, K., Nakazawa, S., Mitsuzono, R., y Maruyama, A. (2015). Acute aerobic exercise influences the inhibitory process in the go/no-go task in humans. *Neuroscience Letters*, 600, 80–84.

Akhutina, T. V. (1997). The remediation of executive functions in children with cognitive disorders: The Vygotsky-Luria neuropsychological approach. *Journal of Intellectual Disability Research*. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2788.1997.tb00691.x>

Alarcón, F. (2008). *Incidencia de un programa de entrenamiento para la mejora táctica colectiva del ataque posicional de un equipo de baloncesto masculino*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

Alarcon, F., Castillo, A., Ureña, N., Torre, E., y Cardenas, D. (2017). Creatividad táctica y funciones ejecutivas en los deportes de interacción. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias Del Deporte*, 6(2), 147–152.

Alarcón, F., Ureña, N., y 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.

Alarcon, F., Ureña, N., Castillo, A., Martín, D., y 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.

Albaret, J. M., Benesteau, J., y Marquet-Doleac, J. (1999). *Test d'appariement d'images*. Paris: ECPA.

Albinet, C. T., Boucard, G., Bouquet, C. A., y Audiffren, M. (2010). Increased heart rate variability and executive performance after aerobic training in the elderly. *European Journal of Applied Physiology*, 109(4), 617–624. <http://doi.org/10.1007/s00421-010-1393-y>

Alesi, M., Bianco, A., Luppina, G., Palma, A., y Pepi, A. (2016). Improving Children's Coordinative Skills and Executive Functions: The Effects of a Football Exercise Program. *Perceptual and 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.

Alesi, M., Bianco, A., Padulo, J., Vella, F. P., Petrucci, M., Paoli, A., ... Pepi, A. (2014). Motor and cognitive development: the role of karate. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 4(2), 114–120.

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

Álvarez, M., Trápaga, M., y Morales, C. (2013). *Principios de neurociencias para psicólogos* (2ª ed). Buenos Aires: Paidós.

Alves, C. R., Gualano, B., Takao, P. R. P., Avakian, P., Fernandes, R. M., Morine, D., y Takito, M. Y. M. Y. (2012). Effects of acute physical exercise on executive functions: a comparison between aerobic and strength exercise. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 34(4), 539–49.

Alves, H., Voss, M. W., Boot, W. R., Deslandes, A., Cossich, V., Salles, J. I., y Kramer, A. F. (2013). Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players. *Frontiers in Psychology*, 4. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00036>

Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function during childhood. *Child Neuropsychology*, 4, 71–82.

Anderson, P. J., y Doyle, L. W. (2004). Executive functioning in school-aged children who were born very preterm or with extremely low birth weight in the 1990s. *Pediatrics*, 114(1), 50–7. <http://doi.org/10.1542/peds.114.1.50>

Anderson, V. (2001). Assessing executive functions in children: biological,

psychological, and developmental considerations. *Pediatric Rehabilitation*, 4(3), 119–136. <http://doi.org/10.1080/713755568>

Anderson, V. A., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., y Catroppa, C. (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 385–406. http://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_5

Antón, J. L. (1998). *Balonmano. Táctica Grupal Ofensiva. Concepto, Estructura y Metodología*. Granada: Reprografía Digital Granada.

Anzeneder, C. P., y 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.

Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*, 68(1), 92–99. <http://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.03.003>

Ardila, A., Ostrosky, F., Rosselli, M., y Gomez, C. (2000). Age related cognitive decline during normal aging: The complex effect of education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15, 495–514.

Ardila, A., Pineda, D., y Rosselli, M. (2000). Correlation between intelligence test scores and executive function measures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15(1), 31–36. [http://doi.org/10.1016/S0887-6177\(98\)00159-0](http://doi.org/10.1016/S0887-6177(98)00159-0)

Ardila, A., y Rosselli, M. (2007). Neuropsicología infantil. *Neuropsicología Clínica*, 199–226.

Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E., y Guajardo, S. (2005). The influence of the parents' educational level on the development of executive functions. *Developmental Neuropsychology*, 28(1), 539–560.

Ardila, R. (2001). *Psicología del aprendizaje*. Siglo XXI.

Arnsten, A. F. (2009). Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nature Reviews. Neuroscience*, 10(6), 410e422. <http://doi.org/10.1038/nrn2648>

Arnsten, A. F., y Li, B. M. (2005). Neurobiology of executive functions: catecholamine influences on prefrontal cortical functions. *Biological Psychiatry*, 57, 1377–1384.

Aron, A. R., Behrens, T. E., Smith, S., Frank, M. J., y Poldrack, R. A. (2007).

Triangulating a cognitive control network using diffusion-weighted magnetic resonance imaging (MRI) and functional MRI. *Journal of Neuroscience*, 27.

Arquer, I., y Nogareda, C. (1999). *Estimación de la carga mental de trabajo: el método NASA TLX. NTP 544*. Madrid: INSHT.

Ashby, F. G. G., Isen, A. M. M., y Turken, A. U. (1999). A neuropsychological test of the effect of positive affect and its influence on cognition. *Psychological Review*, 106(3), 529–550. <http://doi.org/10.1037/0033-295X.106.3.529>

Astle, D. E., Barnes, J. J., Baker, K., Colclough, G. L., y Woolrich, M. W. (2015). Cognitive training enhances intrinsic brain connectivity in childhood. *Journal of Neuroscience*, 35(16), 6277–6283.

Audiffren, M., Tomporowski, P. D., y Zagrodnik, J. (2009). Acute aerobic exercise and information processing: Modulation of executive control in a Random Number Generation task. *Acta Psychologica*, 132(1), 85–95.

Ávila, V. (2017). *Ensayo Clínico para analizar el efecto de la Carga Mental sobre el Rendimiento Físico, la Fatiga, el Esfuerzo Percibido y la Dinámica Emocional*. Tesis Doctoral. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.: Clarendon Press.

Baddeley, A. (1998). The central executive: A concept and some misconceptions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4(5), 523–526.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*. [http://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](http://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)

Baddeley, A. D., y Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and cognition*. (pp. 647–667). New York: Academic Press.

Baddeley, A. D., y Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485–493. <http://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485>

Baggetta, P., y Alexander, P. A. (2016). Conceptualization and operationalization of executive function. *Mind, Brain, and Education*, 10(1), 10–33.

Baker, J., Horton, S., Robertson-Wilson, J., y Wall, M. (2003). Nurturing

sport expertise: factors influencing the development of elite athlete. *Journal of Sports Sciences and Medicine*, 2, 1–9.

Balaguer, I., Duda, J. L., Atienza, F. L., y Mayo, C. (2002). Situational and dispositional goals as predictors of perceptions of individual and team improvement, satisfaction and coach ratings among elite female handball teams. *Psychology of Sport and Exercise*, 3(4), 293–308.

Balluerka, N. (1999). *Planificación de la investigación. La validez del diseño*. Salamanca: Amarú.

Banich, M. T. M. T. (2009). Executive function: The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 89–94. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01615.x>

Bara, M. G., Andrade, F. C., Nogueira, R. A., y Nakamura, F. Y. (2013). Comparisson of different methods of internal load control in volleyball players. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 19(2), 143–146.

Barbas, H. (2000). Connections underlying the synthesis of cognition, memory, and emotion in primate prefrontal cortices. *Brain Research Bulletin*. [http://doi.org/10.1016/S0361-9230\(99\)00245-2](http://doi.org/10.1016/S0361-9230(99)00245-2)

Barbas, H. (2000). Neuroanatomic basis for reorganization of function after prefrontal damage in primates. In H. Levin y J. Grafman (Eds.), *Cerebral reorganization of function after brain damage* (pp. 84–108). Oxford: Oxford University Press.

Barch, D. M., Braver, T. S., Nystrom, L. E., Forman, S. D., Noll, D. C., y Cohen, J. D. (1997). Dissociating working memory from task difficulty in human prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 35(10), 1373–1380. [http://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00072-9](http://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00072-9)

Barenberg, J., Berse, T., y Dutke, S. (2011). Executive functions in learning processes: Do they benefit from physical activity? *Educational Research Review*. <http://doi.org/10.1016/j.edurev.2011.04.002>

Barenberg, J., Berse, T., y Dutke, S. (2015). Ergometer cycling enhances executive control in task switching. *Journal of Cognitive Psychology*, 27(6), 692–703.

Barker, J. E., Semenov, A. D., Michaelson, L., Provan, L. S., Snyder, H. R., y Munakata, Y. (2014). Less-structured time in children's daily lives predicts self-

directed executive functioning. *Frontiers in Psychology*, 5. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00593>

Barkley, R. A. (1996). Linkages between attention and executive functions. In *Attention, memory, and executive function* (pp. 307–325).

Barkley, R. A. (1998). *Attention Deficit Hyperactivity Disorder: A Handbook for Diagnosis and Treatment* (2a Ed). New York: Guilford.

Barkley, R. A. (2001). The Executive Functions and Self-Regulation: An Evolutionary Neuropsychological Perspective. *Neuropsychology Review*. <http://doi.org/10.1023/A:1009085417776>

Barnes, J. J., Nobre, A. C., Woolrich, M. W., Baker, K., y Astle, D. E. (2016). Training working memory in childhood enhances coupling between frontoparietal control network and task-related regions. *Journal of Neuroscience*, 36(34), 9001–9011.

Barrera-Gálvez, R., Díaz-Pérez, L. E., Villarreal, J. B., Quezada, L. R., y Domínguez-Ramírez, O. A. (2014). Realización de una evaluación de un sistema de interacción físico Hombre-Robot con base en el protocolo NASA TLX. *Educación Y Salud Boletín Científico de Ciencias de La Salud Del ICSA*, 3(5).

Baumeister, R. F., Vohs, K. D., y Tice, D. M. (2007). The strength model of self-control. *Current Directions in Psychological Science*, 16(6), 351–355. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00534.x>

Bayer, C. (1992). *La enseñanza de los juegos deportivos colectivos*. Barcelona: Editorial Hispono Europea.

Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., y Damasio, A. R. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: Some questions and answers. *Trends in Cognitive Sciences*. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2005.02.002>

Bechara, A., Dolan, S., Denburg, N., Hindes, A., Anderson, S. W., y Nathan, P. E. (2001). Decision-making deficits, linked to a dysfunctional ventromedial prefrontal cortex, revealed in alcohol and stimulant abusers. *Neuropsychologia*, 39(4), 376–389. [http://doi.org/10.1016/S0028-3932\(00\)00136-6](http://doi.org/10.1016/S0028-3932(00)00136-6)

Bechara, A., Tranel, D., y Damasio, H. (2000). Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain*, 123, 2189–2202. <http://doi.org/10.1093/brain/123.11.2189>

- Behar, J. (1993). Sesgos del observador. *Metodología Observacional En La Investigación Psicológica*, 2, 27–76.
- Bender, L. (1997). *Test gúestáltico visomotor (B.G.)*. Paidós.
- Beniscelli, V., y Torregrosa, M. (2010). Componentes del esfuerzo percibido en fútbol de iniciación. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 10(1), 7–21.
- Benton, A., y Hamsher, K. (1989). *Multilingual Aphasia Examinationle*. AJA Associates. Iowa. <http://doi.org/10.1076/clin.15.1.13.1911>
- Benzing, V., Heinks, T., Eggenberger, N., y Schmidt, M. (2016). Acute cognitively engaging exergame-based physical activity enhances executive functions in adolescents. *PloS One*, 11(12), e0167501.
- Berse, T., Rolfes, K., Barenberg, J., Dutke, S., Kuhlenbäumer, G., Völker, K., ... Knecht, S. (2015). Acute physical exercise improves shifting in adolescents at school: evidence for a dopaminergic contribution. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9(196).
- 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. (2012). Exergaming immediately enhances children's executive function. *Developmental Psychology*. <http://doi.org/10.1037/a0026648>
- Best, J. R., y Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641–1660.
- Best, J. R., Miller, P. H., y Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*. <http://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002>
- Biederman, J., Monuteaux, M. C., Doyle, A. E., Seidman, L. J., Wilens, T. E., Ferrero, F., y Faraone, S. V. (2004). Impact of executive function deficits and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) on academic outcomes in children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 72(5), 757.
- Bisquerra, R. (2014). *Metodología de la Investigación Educativa* (La Muralla). Madrid.
- Blair, C., y Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in

kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647–663. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>

Blakemore, S. J., Burnett, S., y Dahl, R. E. (2010). The role of puberty in the developing adolescent brain. *Human Brain Mapping*. <http://doi.org/10.1002/hbm.21052>

Blázquez, D. (1986). *Iniciación a los deportes de equipo*. Barcelona: Editorial Martínez Roca.

Bompa, T. (2003). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Hispano Europea.

Boone, K. B., Pontón, M. O., Gorsuch, R. L., González, J. J., y Miller, B. L. (1998). Factor analysis of four measures of prefrontal lobe functioning. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 13(7), 585–595. [http://doi.org/10.1016/S0887-6177\(97\)00074-7](http://doi.org/10.1016/S0887-6177(97)00074-7)

Borg, G., y Dahlstrom, H. (1962a). A case study of perceived exertion during a work test. *Acta Societatis Medicorum Upsaliensis*, 67, 91–93.

Borg, G., y Dahlstrom, H. (1962b). A pilot study of perceived exertion and physical working capacity. *Acta Societatis Medicorum Upsaliensis*, 67, 21–27.

Borg, G., y Dahlstrom, H. (1962c). The reliability and validity of a physical work test. *Acta Physiologica Scandinavica*, 55, 353–361.

Borkowski, J. G., y Burke, J. E. E. (1996). Theories, models, and measurements of executive functioning: An information processing perspective. In G. R. Lyon y N. A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory, and executive function* (pp. 235–261). Baltimore, MD: Paul Brookes.

Bradley, M. M. (2009). Natural selective attention: Orienting and emotion. In *Psychophysiology* (Vol. 46, pp. 1–11). <http://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00702.x>

Bradley, M. M., y Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59.

Bradley, M. M., y Lang, P. J. (1999). *Affective norms for English words (ANEW): Instruction manual and affective ratings*. Technical report C-1, the center for research in psychophysiology, University of Florida.

BrainWork. (2002). *The Neuroscience Newsletter*, 12.

Brand, M., Labudda, K., Kalbe, E., Hilker, R., Emmans, D., Fuchs, G., y Markowitsch, H. J. (2005). Decision-making impairments in patients with Parkinson's disease. *Behavioural Neurology*, 15(3–4), 77–85.

Bray, S. R., Graham, J. D., Martin, K. A., y Hicks, A. L. L. (2012). Cognitive task performance causes impaired maximum force production in human hand flexor muscles. *Biological Psychology*, 89(1), 195–200. <http://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.10.008>

Broadbent, D. E., Cooper, P. F., FitzGerald, P., y Parkes, K. R. (1982). The Cognitive Failures Questionnaire (CFQ) and its correlates. *The British Journal of Clinical Psychology / The British Psychological Society*, 21 (Pt 1), 1–16. <http://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1982.tb01421.x>

Brocki, K., y Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 571–593. http://doi.org/10.1207/s15326942dn2602_3

Brookshire, B., Levin, H. S., Song, J., y Zhang, L. (2004). Components of executive function in typically developing and head-injured children. *Developmental Neuropsychology*, 25(1–2), 61–83. http://doi.org/10.1207/s15326942dn2501y2_5

Brown, T. E. (2006). Executive Functions and Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Implications of two conflicting views. *International Journal of Disability, Development and Education*, 53(1), 35–46. <http://doi.org/10.1080/10349120500510024>

Buck, S. M., Hillman, C. H., y Castelli, D. M. (2008). The relation of aerobic fitness to stroop task performance in preadolescent children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(1), 166–172. <http://doi.org/10.1249/mss.0b013e318159b035>

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.

Bugge, A., Tarp, J., Ostergaard, L., Domazet, S. L., Andersen, L. B., Froberg, K., ... Froberg, and K. (2014). LCoMotion – Learning, Cognition and Motion; a multicomponent cluster randomized school-based intervention aimed at increasing learning and cognition - rationale, design and methods. *BMC Public*

Health, 14, 967.

Bull, R., Espy, K. A., y Wiebe, S. a. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205–228. <http://doi.org/10.1080/87565640801982312>

Burgess, P. W., Simons, J. S., Dumontheil, I., y Gilbert, S. J. (2005). The gateway hypothesis of rostral prefrontal cortex (area 10) function. In J. Duncan, L. Phillips, y P. McLeod (Eds.), *Measuring the mind: speed, control, and age* (pp. 215–246). Oxford: Oxford University Press.

Burgess, P. W., Alderman, N., Evans, J., Emslie, H., y Wilson, B. A. (1998). The ecological validity of tests of executive function. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4, 547–558. <http://doi.org/10.1017/S1355617798466037>

Burgess, P. W., Dumontheil, I., y Gilbert, S. J. (2007). The gateway hypothesis of rostral prefrontal cortex (area 10) function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(7), 290–298. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2007.05.004>

Burgess, P. W., Gilbert, S. J., y Dumontheil, I. (2007). Function and localization within rostral prefrontal cortex (area 10). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 362(1481), 887–99. <http://doi.org/10.1098/rstb.2007.2095>

Burgess, P. W., Gilbert, S. J., Okuda, J., y Simons, J. S. (2006). Rostral prefrontal brain regions (area 10): a gateway between inner thought and the external world? In W. Prinz y N. Sebanz (Eds.), *Disorders of volition* (pp. 373–396). Cambridge: MIT Press.

Burgess, P. W., y Shallice, T. (1997). The relationship between prospective and retrospective memory: Neuropsychological evidence. In *Cognitive models of memory*. (pp. 247–272). <http://doi.org/10.1037/0278-7393.16.4.717>

Busch, R. M., McBride, A., Curtiss, G., y Vanderploeg, R. D. (2005). The components of executive functioning in traumatic brain injury. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 27(8), 1022–32. <http://doi.org/10.1080/13803390490919263>

Bush, G., Luu, P., y Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 215–222.

Buszard, T., Farrow, D., y Kemp, J. (2013). Examining the influence of acute instructional approaches on the decision-making performance of experienced team field sport players. *Journal of Sports Sciences*, 31(3), 238–247.

Buttelmann, F., y Karbach, J. (2017). Development and Plasticity of Cognitive Flexibility in Early and Middle Childhood. *Frontiers in Psychology*, 8, 1040.

Buz, J., Pérez-Arechaederra, D., Fernández-Pulido, R., y Urchaga, D. (2015). Factorial structure and measurement invariance of the PANAS in Spanish older adults. *The Spanish Journal of Psychology*, 18(e3), E3. <http://doi.org/10.1017/sjp.2015.6>

Cadavid, N. (2008). *Neuropsicología de la construcción de la función ejecutiva*. (Tesis doctoral inédita) Departamento de psicología básica, psicobiología y metodología de las ciencias del comportamiento. Universidad de Salamanca.

Cahill, L., Gorski, L., y Le, K. (2003). Enhanced human memory consolidation with post-learning stress: interaction with the degree of arousal at encoding. *Learning y Memory*, 10(4), 270–274.

Cahill, L., y McGaugh, J. L. (1998). Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory. *Trends Neuroscience*, 21, 294–299.

Cairns, E., y Cammock, T. (1978). Development of a more reliable version of the Matching Familiar Figures Test. *Developmental Psychology*, 14(5), 555–560. <http://doi.org/10.1037//0012-1649.14.5.555>

Camacho, P. (2016). *Influencia de una estrategia de enseñanza incidental sobre variables psicológicas, fisiológicas y motoras en jugadores de baloncesto de diferentes edades y niveles de pericia*. Tesis Doctoral. Universidad de Huelva.

Campo, P., Maestú, F., Ortiz, T., Capilla, A., Santiuste, M., Fernández, A., y Amo, C. (2005). Time modulated prefrontal and parietal activity during the maintenance of integrated information as revealed by magnetoencephalography. *Cerebral Cortex*, 15(2), 123–130. <http://doi.org/10.1093/cercor/bhh115>

Capilla-González, A., Fernández-González, S., Campo, P., Maestú, F., Fernández-Lucas, A., Mulas, F., y Ortiz, T. (2004). La magnetoencefalografía en los trastornos cognitivos del lóbulo frontal. In *Revista de Neurología* (Vol. 39, pp. 183–188).

Cárdenas, D. (2001). La mejora de la capacidad táctica individual a través del descubrimiento guiado. *Clinic. Revista Técnica De Baloncesto*, 53, 18–24.

Cárdenas, D., y Alarcón, F. (2010). Conocer el juego en baloncesto para jugar de forma inteligente. *Wanceulen: Educación Física Digital*, 4(6).

Cárdenas, D., Conde-González, J., y Perales, J. C. (2015). El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo. *Revista de Psicología Del Deporte*, 24(1), 91–100.

Cárdenas, D., Conde-González, J., y Perales, J. C. (2017). La fatiga como estado motivacional subjetivo. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 10(1), 31–41.

Cárdenas, D., Perales, J. C., y Alarcón, F. (2014). La planificación del entrenamiento para la toma de decisiones en los deportes de equipo. In L. García González y F. Del Villar (Eds.), *El entrenamiento táctico y decisional en el deporte* (pp. 265–293).

Cárdenas, D., Perales, J. C., Chiroso, L. J., Conde-González, J., Aguilar-Martínez, D., y Araya, S. (2013). The effect of mental workload on the intensity and emotional dynamics of perceived exertion. *Anales de Psicología*, 29, 662–673. <http://doi.org/10.6018/analesps.29.3.175801>

Carrier, M., Delevoeye-Turrell, Y., y Dione, M. (2014). Cognitive Benefits of Physical Activity Increased when Producing Rhythmic Actions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 126, 235–236. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.391>

Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595–616. <http://doi.org/10.1207/s15326942dn2802>

Carlson, S. M., Mandell, D. J., y Williams, L. (2004). Executive function and theory of mind: Stability and prediction from ages 2 to 3. *Developmental Psychology*, 40, 1105–1122.

Carlson, S. M., Moses, L., y Claxton, L. (2004). Individual differences in executive functioning and theory of mind: An investigation of inhibitory control and planning ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(4), 299–319. <http://doi.org/10.1016/j.jecp.2004.01.002>

Carlson, S. M., y Moses, L. J. (2001). Individual Differences in Inhibitory

Control and Children's Theory of Mind. *Child Development*, 72(4), 1032–1053. <http://doi.org/10.1111/1467-8624.00333>

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.

Cartwright-Hatton, S., Roberts, C., Chitsabesan, P., Fothergill, C., y Harrington, R. (2004). Systematic review of the efficacy of cognitive behaviour therapies for childhood and adolescent anxiety disorders. *The British Journal of Clinical Psychology / the British Psychological Society*, 43(Pt 4), 421–436. <http://doi.org/10.1348/0144665042388928>

Casey, R. (1992). The role of the frontal lobe in the regulation of cognitive development. *Brain and Cognition*, 20, 51–73.

Castejón, F. J. (2010). La toma de decisiones en expertos y noveles: diferencias y consideraciones prácticas. *La Táctica Deportiva Y La Toma de Decisiones*, 69–88.

Castelli, D. M., Hillman, C. H., Hirsch, J., Hirsch, A., y Drollette, E. (2011). FIT Kids: Time in target heart zone and cognitive performance. *Preventive Medicine*, 52.

Castiello, U., y Umilta, C. (1992). Orienting of attention in volleyball players. *International Journal of Sport Psychology*, 23, 301–310.

Catena, A., Perales, J. C., Megías, A., Cándido, A., Jara, E., y Maldonado, A. (2012). The brain network of expectancy and uncertainty processing. *PLoS ONE*, 7(7), e40252. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0040252>

Cattell, R. (1971). *Abilities: their structure, growth and action*. Oxford: Houghton Mifflin.

Cayssials, A. (1998). *La escala de inteligencia WISC-III en la evaluación psicológica infantojuvenil*. Buenos Aires: Paidós.

Cepeda, N. J., Kramer, A. F., y Gonzalez de Sather, J. C. M. (2001). Changes in executive control across the life span: Examination of task-switching performance. *Developmental Psychology*. <http://doi.org/10.1037/0012-1649.37.5.715>

Cetinkaya, C., Sisman, A. R., Kiray, M., Camsari, U. M., Gencoglu, C., Baykara, B., y Uysal, N. (2013). Positive effects of aerobic exercise on learning and

memory functioning, which correlate with hippocampal IGF-1 increase in adolescent rats. *Neuroscience Letters*, 549, 177–181. <http://doi.org/10.1016/j.neulet.2013.06.012>

Chabris, C., y Simons, D. (2011). *El gorila invisible. Cómo nos engaña nuestro cerebro*. Barcelona, España: RBA libros.

Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M. W., Knecht, A. M., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., ... Kramer, A. F. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: A randomized controlled intervention. *Front Hum Neurosci*, 7, 72. <http://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00072>

Chaddock, L. (2006). *Sport-specific cardiovascular fitness, cognition, and motor performance: An electrophysiological study of athletes' P300 and LRP brainwave potentials*. Tesis Doctoral. Haverford College.

Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., VanPatter, M., ... Cohen, N. J. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*, 1358, 172–183. <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.08.049>

Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., VanPatter, M., Voss, M. W., Pontifex, M. B., y Kramer, A. F. (2010). Basal ganglia volume is associated with aerobic fitness in preadolescent children. *Developmental Neuroscience*, 32(3), 249–256.

Chaddock, L., Neider, M. B., Voss, M. W., Gaspar, J. G., y Kramer, A. F. (2011). Do Athletes Excel at Everyday Tasks? *Medicine and Science In Sports And Exercise*, 43(10), 1920–1926. <http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318218ca74>

Chan, R. C. K., Shum, D., Touloupoulou, T., y Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(2), 201–216. <http://doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.010>

Chang, Y. K., Chu, C. H., Wang, C. C., Wang, Y. C., Song, T. F., Tsai, C. L., y Etnier, J. L. (2015). Dose-Response Relation between Exercise Duration and Cognition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(1), 159–165.

<http://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000383>

Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., y Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87–101. <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068>

Charlton, S. G. (2002). Measurement of cognitive states in test and evaluation. In S. G. Charlton y F. G. O'Brien (Eds.), *Handbook of Human Factors Testing and Evaluation*. Londres: Lawrence Erlbaum Associates.

Chaytor, N., y Schmitter-Edgecombe, M. (2003). The ecological validity of neuropsychological tests: A review of the literature on everyday cognitive skills. *Neuropsychology Review*. <http://doi.org/10.1023/B:NERV.0000009483.91468.fb>

Chen, A. G., Yan, J., Yin, H. C., Pan, C. Y., y Chang, Y. K. (2014). Effects of acute aerobic exercise on multiple aspects of executive function in preadolescent children. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(6), 627–636. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.06.004>

Chevrie-Muller, C., Simon, A. M., y Fournier, S. (1997). *Batterie Langage oral écrit. Mémoire. Attention (L2MA)* (Editions d). Paris.

Christoff, K., y Owen, A. M. (2006). Improving reverse neuroimaging inference: cognitive domain versus cognitive complexity. *Trends Cognitive Science*, 10, 59–63.

Christoff, K., Ream, J. M., y Gabrieli, J. D. E. (2004). Neural Basis of Spontaneous thought Processes. *Cortex*, 40(4), 623–630. [http://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70158-8](http://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70158-8)

Christoff, K., Ream, J. M., Geddes, L. P. T., y Gabrieli, J. D. E. (2003). Evaluating self-generated information: anterior prefrontal contributions to human cognition. *Behavioral Neuroscience*, 117(6), 1161–1168. <http://doi.org/10.1037/0735-7044.117.6.1161>

Cian, C., Koulmann, N., Barraud, P. A., Raphel, C., Jimenez, C., y Melin, B. (2000). Influences of variations in body hydration on cognitive function: Effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. *Journal of Psychophysiology*, 14(1), 29.

Colcombe, S., y Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14(2), 125–

130. <http://doi.org/10.1111/1467-9280.t01-1-01430>

Coles, K., y 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.

Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., y Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139(1), 209–221. <http://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.05.035>

Collette, F., Van Der Linden, M., Laureys, S., Delfiore, G., Degueldre, C., Luxen, A., y Salmon, E. (2005). Exploring the unity and diversity of the neural substrates of executive functioning. *Human Brain Mapping*, 25(4), 409–423. <http://doi.org/10.1002/hbm.20118>

Collins, A., y Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning, and creativity: Frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biology*, 10(3).

Conde-González, J. (2011). *La interacción de la carga de trabajo física y mental en la percepción de la fatiga física durante y después de un ejercicio físico hasta el agotamiento*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

Congdon, E., Lesch, K. P., y 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(1), 27–32.

Cook, E. W., Atkinson, L., y Lang, K. G. (1987). Stimulus control and data acquisition for IBM PCs and compatibles. *Psychophysiology*, 24(6), 726–727.

Cooper, S. B., Bandelow, S., Nute, M. L., Morris, J. G., y Nevill, M. E. (2012). The effects of a mid-morning bout of exercise on adolescents' cognitive function. *Mental Health and Physical Activity*, 5(2), 183–190. <http://doi.org/10.1016/j.mhpa.2012.10.002>

Cortis, C., Tessitore, A., Lupo, C., Pesce, C., Fossile, E., Figura, F., y 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. <http://doi.org/doi:10.1519/JSC.0b013e3181bde2ec>

Costoya, R. (2002). *Baloncesto: metodología del rendimiento*. Barcelona: Inde.

Cotterill, S., y Discombe, R. (2016). Enhancing decision-making during sports performance: Current understanding and future directions. *Sport and Exercise Psychology Review*, 12, 54–68.

Covassin, T., Weiss, L., Powell, J., y Womack, C. (2007). Effects of a maximal exercise test on neurocognitive function. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 370–374.

Crepeau, F., Peter Scherzer, B., Belleville, S., y Desmarais, G. (1997). A qualitative analysis of central executive disorders in a real-life work situation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 7(2), 147–165.

Crone, E. ., Zanolie, K., Van Leijenhorst, L., Westenberg, P. M., y Rombouts, S. (2008). Neural mechanisms supporting flexible performance adjustment during development. *Cognitive, Affective y Behavioral Neuroscience*, 8(2), 165–177. <http://doi.org/10.3758/CABN.8.2.165>

Crone, E. A. (2009). Executive functions in adolescence: Inferences from brain and behavior. *Developmental Science*, 12(6), 825–830. <http://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00918.x>

Crone, E. A., y Dahl, R. E. (2012). Understanding adolescence as a period of social–affective engagement and goal flexibility. *Nature Reviews Neuroscience*. <http://doi.org/10.1038/nrn3313>

Crone, E. A., y van der Molen, M. W. (2004). Developmental changes in real life decision making: Performance on a gambling task previously shown to depend on the ventomedial prefrontal cortex. *Developmental Neuropsychology*, 25(3), 250–279.

Cross, E. S., Schmitt, P. J., y Grafton, S. T. (2007). Neural substrates of contextual interference during motor learning support a model of active preparation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(11), 1854–1871.

Cuadrado, J. (2010). *Análisis de la influencia de la intensidad del entrenamiento sobre variables de control de la carga interna en deportes colectivos*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

Culbertson, W., y Zillmer, E. (2001). *Tower of London (TOL)*. North Tonawanda NY: Multi-Health Systems.

Dalsgaard, M. K. (2006). Fuelling cerebral activity in exercising man. *Journal*

of Cerebral Blood Flow y Metabolism, 26(6), 731–750.

Dalziell, A., Boyleb, J., y Mutrieta, N. (2015). Better Movers and Thinkers (BMT): An Exploratory Study of an Innovative Approach to Physical Education. *Europe's Journal of Psychology*, 11(4), 722–741. <http://doi.org/10.5964/ejop.v11i4.950>

Damasio, A., y Anderson, S. W. (1993). The frontal lobes. In K. M. Heilman y E. Valenstein (Eds.), *Clinical neuropsychology* (4ª, pp. 401–446). New York: Oxford University Press.

Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error. Emotion, reason and the human brain*. New York: Putnam's Sons: Putnam's Sons.

Damasio, A. R. (1998). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. In A. C. Roberts, T. W. Robbins, y L. Weiskrantz (Eds.), *The frontal cortex: executive and cognitive functions* (Vol. 351, pp. 36–50). New York: Oxford University Press. <http://doi.org/10.1098/rstb.1996.0125>

Damasio, A. R. (2006). *El error de Descartes. Crítica*. New York: Putnam's Sons: Putnam's Sons.

Damasio, A. R., y Damasio, H. (1995). Cortical systems for retrieval of concrete knowledge: the convergence zone framework. In C. Koch y J. L. David (Eds.), *Large-scale neuronal theories of the brain* (pp. 61–74). Cambridge: MIT Press.

Damasio, A. R., Tranel, D., y Damasio, H. (1990). Individuals with sociopathic behavior caused by frontal damage fail to respond autonomically to social stimuli. *Behavioural Brain Research*, 41(2), 81–94. [http://doi.org/10.1016/0166-4328\(90\)90144-4](http://doi.org/10.1016/0166-4328(90)90144-4)

Damasio, A. R., Tranel, D., y Damasio, H. (1991). Somatic markers and the guidance of behavior: theory and preliminary testing. In H. S. Levin, H. M. Eisenberg, y A. L. Benton (Eds.), *Frontal lobe function and dysfunction* (pp. 217–219). New York: Oxford University Press.

Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., y 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. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>

Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P.

H., Yanasak, N. E., ... Naglieri, J. A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health Psychology: Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 30(1), 91–98. <http://doi.org/10.1037/a0021766>

Davis, H. L., y Pratt, C. (1996). The development of children's theory of mind: The working memory explanation. *Australian Journal of Psychology*, 47, 25–31.

De Berker, A. O., Rutledge, R. B., Mathys, C., Marshall, L., Cross, G. F., Dolan, R. J., y Bestmann, S. (2016). Computations of uncertainty mediate acute stress responses in humans. *Nature Communications*, 7.

Deeks, J. J., Dinnes, J., D'amico, R., Sowden, A. J., Sakarovitch, C., Song, F., ... European Carotid Surgery Trial Collaborative Group. (2003). Evaluating non-randomised intervention studies. *Health Technology Assessment (Winchester, England)*, 7(27), iii–x.

Del Giorno, J. M., Hall, E., O'Leary, K. C., Bixby, W. R., y Miller, P. C. (2010). Cognitive function during acute exercise: a test of the transient hypofrontality theory. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 32(3), 312–323.

Del Río, P., y Álvarez, A. (1997). ¿ Saber o comportarse? El desarrollo y la construcción de la directividad. *Hacia Un Currículum Cultural. La Vigencia de Vygotski En La Educación*, 101–131.

Delis, D. C., Kramer, J. H., Kaplan, E., y Ober, B. A. (1987). *California verbal learning test (CVLT)*. San Antonio: The Psychological Corporation.

Delis, D., Kaplan, E., y Kramer, N. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System*. Psychological Assessment Resources.

Della Sala, S., Gray, C., Spinnler, H., y Trivelli, C. (1998). Frontal lobe functioning in man: The riddle revisited. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 13(8), 663–682. [http://doi.org/10.1016/S0887-6177\(97\)00093-0](http://doi.org/10.1016/S0887-6177(97)00093-0)

Denckla, M. B. (1994). Measurement of executive function. In G. R. Lyon (Ed.), *Frames of reference for the assessment of learning disabilities: New views on measurement issues* (pp. 117–142). Baltimore: Paul H. Brookes.

Denckla, M. B. (1996). A theory and model of executive function: A

neuropsychological perspective. In *Attention, memory, and executive function* (pp. 263–278). <http://doi.org/10.1007/s00787-004-0391-1>

Desseilles, M., Balteau, E., Sterpenich, V., Dang-Vu, T. T., Darsaud, A., Vandewalle, O., y Schwartz, S. (2009). Abnormal neural filtering of irrelevant visual information in depression. *Journal of Neuroscience*, *29*, 1395–1403.

Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, *71*, 44–56.

Diamond, A. (2002). Normal Development of Prefrontal Cortex from Birth to Young Adulthood: Cognitive Functions, Anatomy, and Biochemistry. In *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 466–503). <http://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0029>

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

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135–68. <http://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Diamond, A. (2015). Effects of Physical Exercise on Executive Functions: Going beyond Simply Moving to Moving with Thought. *Annals of Sports Medicine and Research*, *2*(1), 1011. <http://doi.org/10.1530/ERC-14-0411.Persistent>

Diamond, A. (2016). *Why improving and assessing executive functions early in life is critical. Executive function in preschool age children: Integrating measurement, neurodevelopment and translational research*. Washington, DC: American Psychological Association.

Diamond, A., y Goldman-Rakic, P. S. (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., y Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science (New York, N.Y.)*, *333*(August), 959–64. <http://doi.org/10.1126/science.1204529>

Diamond, A., y Ling, D. 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.

Dias, N. M., y Seabra, A. G. (2013). *The intervention program for self-regulation and executive functions*. Sao Paulo, Brazil: Memnon.

Di Stasi, L. L., Álvarez-Valbuena, V., Cañas, J. J., Maldonado, A., Catena, A., Antolí, A., y Candido, A. (2009). Risk behaviour and mental workload: Multimodal assessment techniques applied to motorbike riding simulation. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12(5), 361–370. <http://doi.org/10.1016/j.trf.2009.02.004>

Di Stasi, L. L., Renner, R., Staehr, P., Helmert, J. R., Velichkovsky, B. M., Cañas, J. J., ... Pannasch, S. (2010). Saccadic peak velocity sensitivity to variations in mental workload. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 81(4), 413–417. <http://doi.org/10.3357/ASEM.2579.2010>

Díaz, E., Rubio, S., Martín, J., y Luceño, L. (2010). Estudio psicométrico del índice de carga mental NASA-TLX con una muestra de trabajadores españoles. *Revista de Psicología Del Trabajo Y de Las Organizaciones*, 26(3), 191–199. <http://doi.org/10.5093/tr2010v26n3a3>

DiDomenico, A., y Nussbaum, M. A. M. A. (2008). Interactive effects of physical and mental workload on subjective workload assessment. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(11–12), 977–983. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.01.012>

Dietrich, A. (2003). Functional neuroanatomy of altered states of consciousness: the transient hypofrontality hypothesis. *Consciousness and Cognition*, 12(2), 231–256.

Dietrich, A. (2006). Transient hypofrontality as a mechanism for the psychological effects of exercise. *Psychiatry Research*, 145(1), 79–83.

Dietrich, A., y Sparling, P. B. (2004). Endurance exercise selectively impairs prefrontal-dependent cognition. *Brain and Cognition*, 55(3), 516–524.

Ding, Q., Vaynman, S., Akhavan, M., Ying, Z., y Gomez-Pinilla, F. (2006). Insulin-like growth factor I interfaces with brain-derived neurotrophic factor-mediated synaptic plasticity to modulate aspects of exercise-induced cognitive function. *Neuroscience*, 140(3), 823–833.

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

Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., y Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 48(6), 1197–1222.

Drake, M. (2007). Introducción a la evaluación neuropsicológica. In D. Burin, M. Drakey, y P. Harris (Eds.), *Evaluación neuropsicológica en adultos* (pp. 27–62). Buenos Aires: Paidós.

Drevets, W. C., y 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.

Drollette, E. S., Shishido, T., Pontifex, M. B., y Hillman, C. H. H. (2012). Maintenance of cognitive control during and after walking in preadolescent children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(10), 2017–2024.

Drollette, E. S., Shishido, T., Pontifex, M. B., y Hillman, C. H. (2012). Maintenance of cognitive control during and after walking in preadolescent children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(10), 2017–2024.

Duda, J. L., Smart, A. E., y Trappe, M. K. (1989). Predictors of adherence in the rehabilitation of athletic injuries: An application of personal investment theory. *Journal of Sport Exercise Psychology*, 11, 367–381.

Dunton, G. F., Huh, J., Leventhal, A. M., Riggs, N., Spruijt-Metz, D., Pentz, M. A., ... Pentz, M. A. (2014). Momentary Assessment of Affect, Physical Feeling States, and Physical Activity in Children. *Health Psychology*, 33(3), 255–263. <http://doi.org/10.1037/a0032640>

Durlak, J. A., y Lipsey, M. W. (1991). A practitioner's guide to meta-analysis. *American Journal of Community Psychology*, 19(3), 291–332. <http://doi.org/10.1007/BF00938026>

Dwyer, T., Sallis, J. F., Blizzard, L., Lazarus, R., y Dean, K. (2001). Relation of

academic performance to physical activity in children. *Pediatric Exercise Science*, 13, 225–237.

Ebesutani, C., Regan, J., Smith, A., Reise, S., Higa-McMillan, C., y Chorpita, B. F. (2012). The 10-item positive and negative affect schedule for children, child and parent shortened versions: application of item response theory for more efficient assessment. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 34(2), 191–203.

Eisenberg, D. P., y Berman, K. F. (2010). Executive function, neural circuitry, and genetic mechanisms in schizophrenia. *Neuropsychopharmacology*, 35, 258–277. <http://doi.org/10.1038/npp.2009>

Emslie, H., Wilson, F. C., Burden, V., y Wilson, B. A. (2003). Assessing executive functioning in children with TBI and developmental disorder. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 9, 298.

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

Enriquez-Geppert, S., Huster, R. J., y Herrmann, C. S. (2017). EEG-neurofeedback as a tool to modulate cognition and behavior: a review tutorial. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11.

Erdfelder, E., Faul, F., y Buchner, A. (1996). G*POWER: A general power analysis program. *Behavior Research Methods, Instruments, y Computers*, 28, 1–11.

Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., y Wojcicki, T. R. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017–3022. <http://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>

Ericsson, A. K., Charness, N., Feltovitch, P. J., y Hoffman, R. R. (2006). *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*. *Psychology*. <http://doi.org/10.2277/0521600812>

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

Ericsson, K. A., y Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, 102(2), 211–245.

Ericsson, K., Krampe, R. T., Tesch-Romer, C., Ashworth, C., Carey, G., Grassia, J., ... Tesch-Römer, C. (1993). The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance. *Psychological Review*, 100(3), 363–406. <http://doi.org/10.1037/0033-295X.100.3.363>

Escartí, A., y Brustad, R. (2000). El estudio de la motivación deportiva desde la perspectiva de la teoría de metas.

Escartí, A., y Gutiérrez, M. (2001). Influence of the motivational climate in physical education on the intention to practice physical activity or sport. *European Journal of Sport Science*, 1(4), 1–12.

Eslinger, P. J. (2002). *Neuropsychological interventions: Clinical research and practice*. Guilford Press.

Espy, K. A. (1997). The shape school: Assessing executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 13(4), 495–499. <http://doi.org/10.1080/87565649709540690>

Espy, K. A., y Kaufmann, P. M. (2002). Individual differences in the development of executive function in children: Lessons from the delayed response and A-not-B tasks. *Developmental Cognitive Neuroscience Laboratory-Faculty and Staff Publications*, 31.

Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., y Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 465–486.

Esteban-Cornejo, I., Tejero-González, C. M., Martínez-Gomez, D., Del-Campo, J., González-Galo, A., y Padilla-Moledo, C. (2014). Independent and combined influence of the components of physical fitness on academic performance in youth. *The Journal of Pediatrics*, 165(2), 306–312.

Eysenck, H. J. (1995). Problems with meta-analysis. In I. Chalmers y G. G. Altman (Eds.), *Systematic Reviews* (pp. 64–74). London: BMJ Publishing Group.

Fabel, K., y Kempermann, G. (2008). Physical activity and the regulation of neurogenesis in the adult and aging brain. *Neuromolecular Medicine*, 10(2), 59–66.

Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., y 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., y Posner, M. I. (2001). Assessing the heritability of attentional networks. *BMC Neuroscience*, 2(1), 14.

Faubert, J. (2013). Professional athletes have extraordinary skills for rapidly learning complex and neutral dynamic visual scenes. *Scientific Reports*, 3, 1154. <http://doi.org/10.1038/srep01154>

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., y Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191.

Fedewa, A. L. L., y Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(3), 521–535. <http://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599785>

Fernández-Abascal, E. G., Rodríguez, B. G., Sánchez, M. P., Díaz, M. D., y Sánchez, F. J. (2010). *Psicología de la emoción* (Editorial).

Fernandez-Duque, D., Baird, J. A., y Posner, M. (2000). Executive attention and metacognitive regulation. *Consciousness and Cognition*, 9, 288–307.

Fernandez-Ríos, L., y Buela-Casal, G. (2009). Standards for the preparation and writing of Psychology review articles. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 9(2), 329–344.

Féry, Y. A., Ferry, A., Vom Hofe, A., y Rieu, M. (1997). Effect of physical exhaustion on cognitive functioning. *Perceptual and Motor Skills*, 84, 291–298.

Finkenzeller, T., Würth, S., y Amesberger, G. (2014). Mental competencies and executive functioning in Austrian junior elite Alpine skiers and soccer players. In E. Müller, J. Kröll, S. Lindinger, J. Pfusterschmied, y T. Stöggl (Eds.), *Science and Skiing VI*. Salzburg.

Fisher, A. G. (2003). *Assessment of motor and process skills. Development, standardisation and administration manual*. (5th ed., Vol. 1). Fort Collins: Three Star Press.

Fisk, J. E., y Sharp, C. A. (2004). Age-related impairment in executive functioning: updating, inhibition, shifting, and access. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26(7), 874–90.

<http://doi.org/10.1080/13803390490510680>

Flávio, V., y Evangelista, R. (2012). Application of different load quantification methods during a karate training sesión. *Rev Bras Med Esporte*, 18(4), 278–282. <http://doi.org/10.1590/S1517-86922012000400012>

Forns-Santacana, M., Amador-Campos, J. A., y Roig-Lopez, F. (1993). Differences in field dependence-independence cognitive style as a function of socioeconomic status, sex, and cognitive competence. *Psychology in the Schools*, 30(2), 176–186.

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Ottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115.

Frye, D., Zelazo, P. D., y Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development*, 10(4), 483–527. [http://doi.org/10.1016/0885-2014\(95\)90024-1](http://doi.org/10.1016/0885-2014(95)90024-1)

Fuentes, L., y García-Sevilla, J. (2008). *Manual de Psicología de la Atención: una perspectiva neurocientífica*. Madrid: Síntesis.

Fuster, J. M. (1973). Unit activity in prefrontal cortex during delayed-response performance: neuronal correlates of transient memory. *Journal of Neurophysiology*, 36(1), 61–78.

Fuster, J. M. (1989). The prefrontal cortex and its relation to behavior. *Progress in Brain Research*, 87, 201–11. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1907745>

Fuster, J. M. (1990). *The prefrontal cortex-anatomy, physiology, and neuropsychology of the frontal lobe*. New York: Raven Press.

Fuster, J. M. (2001). The prefrontal cortex - An update: Time is of the essence. *Neuron*. [http://doi.org/10.1016/S0896-6273\(01\)00285-9](http://doi.org/10.1016/S0896-6273(01)00285-9)

Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology*. <http://doi.org/10.1023/A:1024190429920>

Fuster, J. M. (2008). *The prefrontal cortex*. New York: Raven Press: Raven Press.

Gable, P. A., y Harmon-Jones, E. (2008). Approach-motivated positive affect reduces breadth of attention. *Psychological Science*, 19(5), 476–482.

Gálvez, A. (2004). *Actividad física habitual de los adolescentes de la región de Murcia. Análisis de los motivos de práctica y abandono de la actividad físico-deportiva*. Tesis doctoral. Departamento Expresión Plástica, Musical y Dinámica. Facultad de Educación. Universidad de Murcia.

Garaigordobil, M., y Berruero, L. (2007). Efectos de un programa de intervención en niños de 5 a 6 años: evaluación del cambio proactivo en factores conductuales y cognitivos del desarrollo. *Summa Psicológica UST*, 4(2), 3–20.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., y Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 43(7), 1334–1359.

García-Molina, A., Roig-Rovira, T., y Tirapu Ustárriz, J. (2007). Validez ecológica en la exploración de las funciones ejecutivas. *Anales de Psicología*, 23(2), 289–299.

García, M. de los A. (2012). *Las funciones ejecutivas cálidas y el rendimiento académico*. (Tesis doctoral inédita) Departamento de Psicología Básica II. Universidad Complutense de Madrid.

Garon, N., Bryson, S. E., y Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60. <http://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>

Garon, N., Bryson, S. E., y Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60. <http://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>

Gerardi-Caulton, G. (2000). Sensitivity to spatial conflict and the development of self-regulation in children 24-36 months of age. *Developmental Science*, 3(4), 397–404. <http://doi.org/doi:10.1111/1467-7687.00134>

Gerstadt, C. L., Hong, Y. J., y Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: performance of children 3 1 2-7 years old on a stroop-like day-night test. *Cognition*, 53(2), 129–153. [http://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90068-X](http://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90068-X)

Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Liu, H., Zijdenbos, a, ... Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861–863. <http://doi.org/10.1038/13158>

Gilbert, S. J., y Burgess, P. W. (2008). Executive function. *Current Biology*, 18(3), 110–114.

Gioia, G. A., y Isquith, P. K. (2004). Ecological assessment of executive function in traumatic brain injury. *Developmental Neuropsychology*, 25, 135–58. <http://doi.org/10.1080/87565641.2004.9651925>

Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C., y Kenworthy, L. (2000). Test Review: Behavior rating inventory of executive function. *Child Neuropsychology*, 6(3), 235–238. <http://doi.org/10.1076/chin.6.3.235.3152>

Gluckman, P., Klempt, N., Guan, J., Mallard, C., Sirimanne, E., Dragunow, M., y Nikolics, K. (1992). A role for IGF-1 in the rescue of CNS neurons following hypoxic-ischemic injury. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 182(2), 593–599.

Gnys, J. a., y Willis, W. G. (1991). Validation of executive function tasks with young children. *Developmental Neuropsychology*, 7(February 2015), 487–501. <http://doi.org/10.1080/87565649109540507>

Goldberg, E. (2002). *El cerebro ejecutivo*. Barcelona: Crítica.

Goldberg, E. (2006). *La paradoja de la sabiduría*. Barcelona: Crítica.

Golden, C. (1994). *Stroop: Test de colores y palabras* (TEA: Edici). Madrid.

Golden, C. J. (1981). Luria Nebraska children's battery: theory and formulation. In G. W. Hynd y J. E. Obrzut (Eds.), *Neuropsychological assessment and the school aged child*. (pp. 277–302). New York: Grune y Stratton: Grune y Stratton.

Goldman-Rakic, P. S. (1984). The frontal lobes: Uncharted provinces of the brain. *Trends in Neurosciences*, 7(11). [http://doi.org/10.1016/S0166-2236\(84\)80147-2](http://doi.org/10.1016/S0166-2236(84)80147-2)

Goldman-Rakic, P. S. (1988). Topography of cognition: parallel distributed networks in primate association cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 11, 137–156. <http://doi.org/10.1146/annurev.neuro.11.1.137>

Goldman-Rakic, P. S., Cools, A. R., y Srivastava, K. (1998). The Prefrontal Landscape: Implications of Functional Architecture for Understanding Human

Mentation and the Central Executive [and Discussion]. In A. C. Roberts, T. W. Robbins, y L. Weiskrantz (Eds.), *The prefrontal cortex: executive and cognitive functions* (pp. 87–102). Oxford: Oxford University Press. <http://doi.org/10.1098/rstb.1996.0129>

Goldstein, G., y Hersen, M. (1990). *Handbook of psychological assessment*. Elsevier.

Goldstein, S., y Reynolds, C. R. (1999). *Handbook of neurodevelopmental and genetic disorders in children*. New York: The Guilford Press.

Gómez, E., y Ostrosky, F. (2006). Attention and memory evaluation across the life span: Heterogeneous effects of age and education. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 28(4), 477–494.

Gonzaga, A. D. S., Albuquerque, M. R., Malloy-Diniz, L. F., Greco, P. J., y Teoldo Da Costa, I. (2014). Affective decision-making and tactical behavior of under-15 soccer players. *PLoS ONE*, 9(6). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0101231>

González-Boto, R., Molinero, O., Martínez-García, R., de Andrade, A., y Marqués, S. (2006). La adaptación en el deporte y su relación con el Sobreentrenamiento. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 6(1), 81–98.

González, E. L., y Gutiérrez, R. E. (2006). La carga de trabajo mental como factor de riesgo de estrés en trabajadores de la industria electrónica. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 38(2), 259–270.

Gonzalez, J. J., y Ribas, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona, España: Inde.

Goñi, J., Aznárez-Sanado, M., Arrondo, G., Fernández-Seara, M., Loayza, F. R., Heukamp, F. H., y Pastor, M. A. (2011). The neural substrate and functional integration of uncertainty in decision making: An information theory approach. *PLoS ONE*, 6(3). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0017408>

Gordon, A. C., y Olson, D. R. (1998). The relation between acquisition of a theory of mind and the capacity to hold in mind. *Journal of Experimental Child Psychology*, 68(1), 70–83. <http://doi.org/10.1006/jecp.1997.2423>

Gordon, J., Hazlett, C., Ten, O., Mann, K., Kilminster, S., Prince, K., ... Newble, D. (2000). Strategic planning in medical education: enhancing the

learning environment for students in clinical settings. *Medicine Educ*, 34, 841–850.

Gothe, N., Pontifex, M. B., Hillman, C., y McAuley, E. (2013). The acute effects of yoga on executive function. *Journal of Physical Activity y Health*, 10(4), 488–95. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22820158>

Grace, J., y Malloy, P. F. (2002). *Frontal system behavioral scale*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.

Grafman, J. (1995). Similarities and distinctions among current models of prefrontal cortical functions. In *Annals of the New York Academy of Sciences* (Vol. 769, pp. 337–368). <http://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1995.tb38149.x>

Grafman, J. (2002). The structured event complex and the human prefrontal cortex. In D. T. Stuss y R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 292–310). New York. Oxford University Press.

Grant, D. A., y Berg, E. A. (1948). Wisconsin Card Sorting Test. Manual. *Odessa (FL): Psychological Assessment Resources*.

Greene, C. M., Bahri, P., y Soto, D. (2010). Interplay between affect and arousal in recognition memory. *PLoS ONE*, e11739, e11739. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0011739>

Grier, E. C., y Gredler, G. R. (2005). Review of Executive skills in children and adolescents: A practical guide to assessment and intervention. *Psychology in the Schools*, 42(4), 450–451.

Guiney, H., y Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychonomic Bulletin y Review*, 20(1), 73–86. <http://doi.org/10.3758/s13423-012-0345-4>

Gunnell, D., Miller, L. L., Rogers, I., y Holly, J. M. (2005). Association of insulin-like growth factor I and insulin-like growth factor-binding protein-3 with intelligence quotient among 8-to 9-year-old children in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children. *Pediatrics*, 116(5), e681–e686.

Gutiérrez, M. (2000). Actividad física, estilos de vida y calidad de vida. *Revista de Educación Física*, 77, 5–14.

Hall, E. E., Ekkekakis, P., y Petruzzello, S. J. (2002). The affective beneficence of vigorous exercise revisited. *British Journal of Health Psychology*, 7(1), 47–66.

Hanckok, P. ., y Meshkati, N. (1988). *Human mental workload*. Amsterdam:

North Holland.

Hardwick, R. M., Rottschy, C., Miall, R. C., y Eickhoff, S. B. (2013). A quantitative meta-analysis and review of motor learning in the human brain. *Neuroimage*, 67, 283–297.

Hardy, C. J., y Rejeski, W. J. (1989). Not what, but how one feels: The measurement of affect during exercise. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(3), 304–317.

Hart, S. G., y Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in Psychology*, 52, 139–183.

Hawley, C. J., y Schoene, R. B. (2003). Overtraining syndrome. *Physician Sportsmed*, 31, 25–31.

Hayes, S. C., Gifford, E. V., y Ruckstuhl, L. E. (1996). Relational frame theory and executive function: A behavioral approach. In G. R. Lyon y N. A. Krasnegor (Eds.), *Attention, memory, and executive function* (pp. 279–305). Baltimore: Paul H Brookes Publishing.

Helsen, W. F., y Starkes, J. L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13(1), 1–27.

Hernandez, J. (1994). *Fundamentos del deporte. Análisis de las estructuras del juego deportivo*. Barcelona: Inde.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F.

Herrero, R. (2017). *Las funciones ejecutivas como predictoras de rendimiento deportivo en fútbol sala*. (Tesis Doctoral). Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Hillman, C.H., Erickson, K. ., y Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews. Neuroscience*, 9(1), 58–65. <http://doi.org/10.1038/nrn2298>

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. <http://doi.org/doi:10.1542/peds.2013-3219>

Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D. M., Hall, E. E., y Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044–1054.

Hirt, E. R., Devers, E. E., y McCrea, S. N. (2008). I want to be creative: Exploring the role of hedonic contingency theory in the positive moodcognitive flexibility link. *Journal of Personality and Social Ps'ichology*, 94, 214–230.

Hogarth, R. M. (2001). *Educating intuition*. University of Chicago Press.

Homack, S., Lee, D., y Riccio, C. A. (2005). Test review: Delis-Kaplan executive function system. *J Clin Exp Neuropsychol*, 27, 599–609. <http://doi.org/10.1080/13803390490918444>

Howie, E. K., y Pate, R. R. (2012). Physical activity and academic achievement in children: A historical perspective. *Journal Sport Health Science*, 1(3), 160–9. <http://doi.org/10.1016/j.jshs.2012.09.003>

Hsieh, S.-S., Chang, Y.-K., Hung, T.-M., y Fang, C.-L. (2015). The effects of acute resistance exercise on young and older males' working memory. *Psychology of Sport and Exercise*, In press.

Huertas, F., Zahonero, J., Sanabria, D., y Lupiáñez, J. (2011). Functioning of the attentional networks at rest vs. during acute bouts of aerobic exercise. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 33(5), 649–65.

Hughes, C. (1998a). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16(2), 233–253. <http://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1998.tb00921.x>

Hughes, C. (1998b). Finding "four Marbles: Does Preschoolers' Strategic Behavior Predict Later Understanding of Mind? *Developmental Psychology*, 34(6), 1326–1339. <http://doi.org/10.1037/0012-1649.34.6.1326>

Hughes, C., y Graham, A. (2002). Measuring executive functions in childhood: Problems and solutions? *Child and Adolescent Mental Health*, 7(3), 131–142. <http://doi.org/10.1111/1475-3588.00024>

Huijgen, B., Leemhuis, S., Kok, N. M., Verburgh, L., Oosterlaan, J., Elferink-Gemser, M. T., y Visscher, C. (2015). Cognitive functions in elite and sub-elite youth soccer players aged 13 to 17 years. *PLoS ONE*, 10(12).

<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0144580>

Huizinga, M., Dolan, C. V. C. V., y Van der Molen, M. W. M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017–2036. <http://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010>

Huppert, F., Bravne, F., Paykel, E., y Beardsall, L. (1995). CAMCOG— a concise neuropsychological test to assist dementia diagnosis: Socio-demographic determinants in an elderly population sample. *British Journal of Clinical Psychology*, 34, 529–541.

Huttenlocher, P. R. (1979). Synaptic density in human frontal cortex - Developmental changes and effects of aging. *Brain Research*, 163(2), 195–205. [http://doi.org/10.1016/0006-8993\(79\)90349-4](http://doi.org/10.1016/0006-8993(79)90349-4)

Huttenlocher, P. R. (1994). *Synaptogenesis in human cerebral cortex*.

Iglesias, D., Cárdenas, D., y Alarcón, F. (2007). La comunicación durante la intervención didáctica del entrenador. Consideraciones para el desarrollo del conocimiento táctico y la mejora en la toma de decisiones en baloncesto. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 3(7), 43–50.

Inglés, C. J., Maciá, C. G., Fernández, J. M., Juan, M. V., y López, R. S. (2016). Estudio correlacional entre el afecto negativo y el rechazo escolar. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología*, 1(1), 95–102.

Isen, A. N., Daubman, K. A., y Nowicki, G. P. (1987). Positive affect facilitates creative problem solving. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52, 1122–1131.

Isen, A. N., Johnson, M. M., Mertz, E., y Robinson, G. F. (1985). The influence of positive affect on the unusualness of word associations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 1413–1426.

Ishihara, T., Sugasawa, S., Matsuda, Y., y Mizuno, M. (2017). Relationship between sports experience and executive function in 6–12-year-old children: independence from physical fitness and moderation by gender. *Developmental Science*, e12555.

Isquith, P. K., Gioia, G. A., y Espy, K. A. (2004). Executive Function in

Preschool Children: Examination Through Everyday Behavior. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 403–422. http://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_3

Jackson, S. A., Thomas, P. R., Marsh, H. W., y Smethurst, C. J. (2001). Relationships between flow, self-concept, psychological skills and performance. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13, 129–153.

Jacobson, J., y Matthaues, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(5), 521–527. <http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.05.005>

Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., y Shah, P. (2011). Short-and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(25), 10081–10086.

Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann, A., y Roebbers, C. M. (2014). Cognitive and physiological effects of an acute physical activity intervention in elementary school children. *Frontiers in Psychology*, 5(December), 1–11. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01473>

Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann, A., y Roebbers, C. M. (2015). The effects of qualitatively different acute physical activity interventions in real-world settings on executive functions in preadolescent children. *Mental Health and Physical Activity*.

Janelle, C. M., y Hillman, C. H. (2003). Expert performance in sport: current perspectives and critical issues. In J. L. Starkes y K. A. Ericsson (Eds.), *Expert Performance in sport: Advances in research on sport expertise* (pp. 19–48). Champaign IL: Human Kinetics.

Jeckel, S., y Sudeck, G. (2016). Physical Activity and Affective Well-Being in Everyday Life. *Zeitschrift Für Gesundheitspsychologie*, 24, 130–144.

Jernigan, T. L., Trauner, D. A., Hesselink, J. R., y Tallal, P. A. (1991). Maturation of human cerebrum observed in vivo during adolescence. *Brain*, 114(5), 2037–2049. <http://doi.org/10.1093/brain/114.5.2037>

Jodar, M. (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. *Revista de Neurología*, 39(2), 178–182.

Jones-Gotman, M. (1990). Presurgical psychological assessment in children:

special tests. *Journal of Epilepsy*, 3, 93–102.

Jones, T. A., Hawrylak, N., Klintsova, A. Y., y Greenough, W. T. (1998). Brain damage, behavior, rehabilitation, recovery, and brain plasticity. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 4(3), 231–237.

Jurado, M. B., y Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*. <http://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>

Jurado, M. B., y Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*. <http://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>

Kahneman, D. (2011). *Thinking fast and slow*. Nueva York: Farrar, Struss and Giroux.

Kahneman, D., Ben-Ishai, R., y Lotan, M. (1973). Relation of a test of attention to road accidents. *Journal of Applied Psychology*, 58(1), 113–115. <http://doi.org/10.1037/h0035426>

Kahneman, D., y Treisman, A. (1984). Changing views of attention and automaticity. In R. Parasuraman y D. R. Davies (Eds.), *Varieties of Attention* (pp. 29–61). Orlando, FL: Academic Press.

Kail, R. V. (2007). Cognitive development includes global and domain-specific processes. *Appraising the Human Developmental Sciences: Essays in Honor of Merrill-Palmer Quarterly*, 50(4), 56–66.

Kamijo, K., Pontifex, M. B., O'Leary, K. C., Scudder, M. R., Wu, C., Castell, D. M., y Hillman, C. H. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science*, 14(5), 1046–58.

Kamijo, K., Takeda, Y., Takai, Y., y Haramura, M. (2015). Greater aerobic fitness is associated with more efficient inhibition of task-irrelevant information in preadolescent children. *Biological Psychology*, 110, 68–74.

Kandel, E. (2007). *En busca de la memoria*. Katz Editores.

Kanning, M., Ebner-Priemer, U., y Schlicht, W. (2015). Using activity triggered e-diaries to reveal the associations between physical activity and affective states in older adult's daily living. *International Journal of Behavioral*

Nutrition and Physical Activity, 12(1), 111.

Kao, S. C., Westfall, D. R., Parks, A. C., Pontifex, M. B., y Hillman, C. H. (2016). Muscular and Aerobic Fitness, Working Memory, and Academic Achievement in Children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.

Karbach, J., y Unger, K. (2014). Executive control training from middle childhood to adolescence. *Frontiers in Psychology*, 5(MAY). <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00390>

Kassubek, J., Juengling, F. D., Ecker, D., y Landwehrmeyer, G. B. (2005). Thalamic atrophy in Huntington's disease co-varies with cognitive performance: A morphometric MRI analysis. *Cerebral Cortex*, 15(6), 846–853. <http://doi.org/10.1093/cercor/bhh185>

Kerr, A., y Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The children's gambling task. *Brain and Cognition*. [http://doi.org/10.1016/S0278-2626\(03\)00275-6](http://doi.org/10.1016/S0278-2626(03)00275-6)

Keselman, H. J., Algina, J., y Kowalchuk, R. K. (2001). The analysis of repeated measures designs: a review. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 54(1), 1–20.

Kilpatrick, M., Bartholomew, J., y Riemer, H. (2003). The measurement of goal orientations in exercise. *Journal of Sport Behavior*, 26(2), 121.

Kilpatrick, M., Kraemer, R., Bartholomew, J., Acevedo, E., y Jarreau, D. (2007). Affective responses to exercise are dependent on intensity rather than total work. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 39(8), 1417–22.

Kioumourtzoglou, E., Kourtessis, T., Michalopoulou, M., y 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.

Kirk, S., McCarthy, J., y Kirk, W. (1986). *ITPA. Test Illinois de aptitudes psicolingüísticas*. Madrid: TEA.

Klaperski, S., von Dawans, B., Heinrichs, M., y Fuchs, R. (2013). Does the level of physical exercise affect physiological and psychological responses to psychosocial stress in women?. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(2), 266–274.

Kleine, D. (1990). Anxiety and sport performance: A meta-analysis. *Anxiety, Stress, and Coping*, 2, 113–131.

Klenberg, L., Korkman, M., y Lahti-Nuutila, P. (2001). Differential development of attention and executive functions in 3- to 12-year-old Finnish children. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 407–28. http://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_6

Klimkeit, E. I., Mattingley, J. B., Sheppard, D. M., Farrow, M., y Bradshaw, J. L. (2004). Examining the Development of Attention and Executive Functions in Children With a Novel Paradigm. *Child Neuropsychology*, 10(3), 201–211.

Klingberg, T., Forssberg, H., y Westerberg, H. (2002). Increased brain activity in frontal and parietal cortex underlies the development of visuospatial working memory capacity during childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(1), 1–10. <http://doi.org/10.1162/089892902317205276>

Klingberg, T., Vaidya, C. J., Gabrieli, J. D., Moseley, M. E., y Hedehus, M. (1999). Myelination and organization of the frontal white matter in children: a diffusion tensor MRI study. *Neuroreport*, 10(13), 2817–2821. <http://doi.org/10.1097/00001756-199909090-00022>

Kochanska, G., y Murray, K. (1997). Inhibitory control as a contributor to conscience in childhood: From toddler to early school age. *Child Development*, 68(2), 263.

Kochanska, G., Murray, K., Jacques, T., Koenig, A., y Vandegeest, K. (1996). Inhibitory Control in Young Children and Its Role in Emerging Internalization. *Child Development*, 67(2), 490–507. <http://doi.org/10.2307/1131828>

Kochanska, G., Murray, K. T., y Harlan, E. T. (2000). Effortful control in early childhood: continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology*, 36(2), 220–232. <http://doi.org/10.1037/0012-1649.36.2.220>

Koechlin, E., Basso, G., Pietrini, P., Panzer, S., y Grafman, J. (1999). The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*, 399(May), 148–151. <http://doi.org/10.1038/20178>

Koechlin, E., Corrado, G., Pietrini, P., y Grafman, J. (2000). Dissociating the role of the medial and lateral anterior prefrontal cortex in human planning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(13), 7651–6. <http://doi.org/10.1073/pnas.130177397>

Koechlin, E., Ody, C., y Kouneiher, F. (2003). The architecture of cognitive control in the human prefrontal cortex. *Science*, 302(5648), 1181–5. <http://doi.org/10.1126/science.1088545>

Koechlin, E., y Summerfield, C. (2007). An information theoretical approach to prefrontal executive function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(6), 229–235. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.005>

Könen, T., y Karbach, J. (2015). The benefits of looking at intraindividual dynamics in cognitive training data. *Frontiers in Psychology*, 6.

Konishi, K., Kimura, T., Yuhaku, A., Kurihara, T., Fujimoto, M., Hamaoka, T., y Sanada, K. (2017). Effect of sustained high-intensity exercise on executive function. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 6(2), 111–117.

Korkman, M., Kirk, U., y Kemp, S. (1998). *NEPSY: A developmental neuropsychological assessment manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.

Kramer, A. F., Hahn, S., McAuley, E., Cohen, N. J., Banich, M. T., Harrison, C. R., ... Vakil, E. (2001). Exercise, aging, and cognition: Healthy body, healthy mind?. *Human Factors Interventions for the Health Care of Older Adults*, 91–120.

Kray, J., Karbach, J., Haenig, S., y Freitag, C. (2012). Can task-switching training enhance executive control functioning in children with attention deficit/hyperactivity disorder? *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 180.

Kubesch, S., Walk, L., Spitzer, M., Kammer, T., Lainburg, A., Heim, R., y Hille, K. (2009). A 30-Minute physical education program improves students' executive attention. *Mind, Brain, and Education*, 3(4), 235–242. <http://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2009.01076.x>

Kuhn, D., Damon, W., Siegler, R., y Lerner, R. M. (1998). Handbook of child psychology. *Cognition, Perception, and Language*, Vol. 2.

Kvalø, S. E., Bru, E., Brønnick, K., y 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*.

Lam, W. K., Maxwell, J. P., y Masters, R. S. W. (2009). Analogy learning and the performance of motor skills under pressure. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 31(3), 337–357.

Lang, P. J. (1980). Self-assessment manikin. *Gainesville, FL: The Center for*

Research in Psychophysiology, University of Florida.

Lang, P. J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50(5), 372. <http://doi.org/10.1037/0003-066X.50.5.372>

Lang, P. J., Bradley, M. M., y Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, attention, and the startle reflex. *Psychological Review*, 97(3), 377.

Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., y Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30(3), 261–273.

Larkin, P., y 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.

Leh, S. E., Petrides, M., y Strafella, A. P. (2010). The neural circuitry of executive functions in healthy subjects and Parkinson's Disease. *Neuropsychopharmacology*, 35. <http://doi.org/10.1038/npp.2009.88>

Lehrer, J. (2009). *How we decide*. Nueva York: HMH.

Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L., y Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59–80. <http://doi.org/10.1348/026151003321164627>

Levin, H. S., y Hanten, G. (2005). Executive functions after traumatic brain injury in children. *Pediatric Neurology*. <http://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2005.02.002>

Lex, H., Essig, K., Knoblauch, A., y Schack, T. (2015). Cognitive Representations and Cognitive Processing of Team-Specific Tactics in Soccer. *Plos ONE*, 10(2), 1–18. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0118219>.

Lezak, M. D. (1982). The Problem of Assessing Executive Functions. *International Journal of Psychology*, 17(1–4), 281–297. <http://doi.org/10.1080/00207598208247445>

Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment*. (3ª). Nueva York: Oxford University Press.

Lezak, M. D., Howieson, D. B., y Loring, D. W. (1995). Executive functions and motor performance. *Neuropsychological Assessment*, 3, 650–685.

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. <http://doi.org/10.1037/0033-2909.129.2.171>

Liao, Y., Shonkoff, E. T. T., y Dunton, G. . F. (2015). The acute relationships between affect, physical feeling states, and physical activity in daily life: a review of current evidence. *Frontiers in Psychology*, 6, 197.

Liebermann, M. D. (2000). Introversion and working memory: Central executive differences. *Personality and Individual Differences*, 28, 479–486.

Lipina, S. J., Martelli, M. I., Vuelta, B., y Colombo, J. A. (2005). Performance on the A-not-B task of Argentinean infants from unsatisfied and satisfied basic needs homes. *Interamerican Journal of Psychology*, 39(1).

Lippold, S. C. (1986). *Attention in professional and amateur boxers*. (Tesis Doctoral), University of Houston, Estados Unidos.

Lipsey, M. W. (1994). Identifying potentially interesting variables and analysis opportunities. In H. M. Cooper y L. V. Hedges (Eds.), *The handbook of research synthesis* (pp. 111–123). Nueva York: Sage.

Lopera, F. (2008). Funciones Ejecutivas: Aspectos Clínicos. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría Y Neurociencias*, 8(1), 59–76.

López, M. I., Rubio, S., Martín, J., y Luceño, L. (2010). Fase de ponderación del NASA-TLX: ¿un paso innecesario en la aplicación del instrumento? *eduPsykhé*, 9(2), 159–175.

Loprinzi, P. D., y Kane, C. (2015). Exercise and cognitive function: a randomized controlled trial examining acute exercise and free-living physical activity and sedentary effects. *Mayo Clinic Proceedings*, 90(4), 450–460. <http://doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.12.023>

Luciana, M., y Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia*, 36(3), 273–293. [http://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00109-7](http://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00109-7)

Luciana, M., y Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia*, 36(3), 273–293. [http://doi.org/10.1016/S0028-3932\(97\)00109-7](http://doi.org/10.1016/S0028-3932(97)00109-7)

Luft, C. D. B., Takase, E., y Darby, D. (2009). Heart rate variability and

cognitive function: Effects of physical effort. *Biological Psychology*, 82(2), 196–201.
<http://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.07.007>

Lum, J., Enns, J. T., y Pratt, J. (2002). Visual orienting in college athletes: Explorations of athlete type and gender. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73, 156–167.

Luna, B., Thulborn, K. R., Munoz, D. P., Merriam, E. P., Garver, K. E., Minshew, N. J., ... Sweeney, J. A. (2001). Maturation of widely distributed brain function subserves cognitive development. *NeuroImage*, 13(5), 786–93.
<http://doi.org/10.1006/nimg.2000.0743>

Lundgren, T., Högman, L., Näslund, M., y Parling, T. (2016). Preliminary Investigation of Executive Functions in Elite Ice hockey Players. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 10(4), 324–335.

Lunt, L., Bramham, J., Morris, R. G., Bullock, P. R., Selway, R. P., Xenitidis, K., y David, A. S. (2012). Prefrontal cortex dysfunction and “Jumping to Conclusions”: Bias or deficit? *Journal of Neuropsychology*, 6(1), 65–78.

Lupien, S. J., y McEwen, B. S. (1997). The acute effects of corticosteroids on cognition: integration of animal and human model studies. *Brain Research Reviews*, 24, 1–27.

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

Luria, A. R. (1979). *The making of mind: A personal account of Soviet psychology*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Luria, A. R. (1980). *Higher cortical functions in man* (2a Ed.). New York: Basic Books: Basic Books.

Luria, A. R. (1995). *Las funciones corticales superiores del hombre*. México: Fontamara.

MacDonald, A. W., Cohen, J. D., Stenger, V. A., y Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*, 288(5472), 1835–1838.

Macedonia, M., y Repetto, C. (2017). Why Your Body Can Jog Your Mind. *Frontiers in Psychology*, 8.

Madras, B. K., Miller, G. M., y Fischman, A. J. (2005). The dopamine

transporter and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57(11), 1397–1409.

Magill, R. (2010). *Motor learning: concepts and applications*. (9th ed.) Boston, MA: Mc-Graw-Hill.

Malloy, P., y Aloia, M. (1998). Frontal Lobe Dysfunction in Traumatic Brain Injury. *Seminars in Clinical Neuropsychiatry*, 3(3), 186–194. <http://doi.org/00300186> [pii]

Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Wells, A. J., Gonzalez, A. M., Rogowski, J. P., Townsend, J. R., y 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., y Janelle, C. M. (2007). Perceptual-Cognitive Expertise in Sport: A Meta-Analysis. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 29(4), 457–478.

Marcora, S. M., Staiano, W., y Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 857–864. <http://doi.org/10.1152/jappphysiol.91324.2008>

Marín, F., Sánchez, J., y López, J. A. (2009). El metaanálisis en el ámbito de las Ciencias de la Salud: una metodología imprescindible para la eficiente acumulación del conocimiento. *Fisioterapia*. <http://doi.org/10.1016/j.ft.2009.02.002>

Marras, W. S., y Karworwski, W. (2006). *Fundamentals and Assessment Tools for Occupational Ergonomics*. Florida: Taylor y Francis.

Martín-Martínez, I., Chiroso-Ríos, L. J., Reigal-Garrido, R. E., HernándezMendo, A., Juárez-Ruiz-de-Mier, R., y 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.

Martin, K., Staiano, W., Menaspà, P., Hennessey, T., Marcora, S., Keegan, R., y Rattray, B. (2016). Superior Inhibitory Control and Resistance to Mental Fatigue in Professional Road Cyclists. *PLoS One*, 11(7), e0159907.

Martins, N., y Gotuzo, A. (2015). Is it possible to promote executive functions in preschoolers? A case study in Brazil. *International Journal of Child Care and Education Policy*, 9(6). <http://doi.org/10.1186/s40723-015-0010-2>

Masley, S., Roetzheim, R., y Gualtieri, T. (2009). Aerobic exercise enhances cognitive flexibility. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 16(2), 186–193.

Masters, R. S. W. (1992). Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83, 343–358.

Masters, R. S. W., Poolton, J. M., y Maxwell, J. P. (2008). Stable implicit motor processes despite aerobic locomotor fatigue. *Consciousness and Cognition*, 17(1), 335–338.

Matute, E., Chamorro, Y., Inozemtseva, O., Barrios, O., Rosselli, M., y Ardilla, A. (2008). Efecto de la edad en una tarea de planificación y organización (pirámide de México) en escolares. *Revista de Neurología*, 47, 61–70.

Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., y Morales, G. (2004). Verbal and nonverbal fluency in Spanish-speaking children. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 647–660. http://doi.org/10.1207/s15326942dn2602_7

McCarthy, D. (1988). *Escalas McCarthy de Aptitudes y Psicomotricidad para niños* (Tea). Madrid.

McClelland, M. M., Acock, A. C., y Morrison, F. J. (2006). The impact of kindergarten learning-related skills on academic trajectories at the end of elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 21(4), 471–490.

McInerney, R., y Kerns, K. (2003). The CMAT: a new test of multitasking and executive function. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 9, 296.

McMillan, J. H., y Schumacher, S. (1993). *Research in education: A conceptual understanding*. New York: HarperCollins.

McMillan, J. H., y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa. Una introducción conceptual* (Pearson). Madrid.

McMorris, T., Collard, K., Corbett, J., Dicks, M., y Swain, J. P. (2008). A test of the catecholamines hypothesis for an acute exercise-cognition interaction. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 89, 106–115.

McMorris, T., Davranche, K., Jones, G., Hall, B., Corbett, J., y Minter, C. (2009). Acute incremental exercise, performance of a central executive task, and sympathoadrenal system and hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity.

International Journal of Psychophysiology, 73(3), 334–340.

Medina, J. A. (2015). *Relación de la actividad física con las funciones ejecutivas y el rendimiento deportivo: Una revisión sistemática*. Trabajo Fin de Máster. Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Mehrabian, A., y Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. The MIT Press.

Meltzer, L., y Krishnan, K. (2007). Executive function difficulties and learning disabilities: Understandings and misunderstandings. In *Executive Function in Education: From Theory to Practice*. (pp. 77–105).

Mendilaharsu, C. (1981). *Estudios neuropsicológicos. Tomo III*. Montevideo: Delta.

Merz, E. L., Malcarne, V. L., Roesch, S. C., Ko, C. M., Emerson, M., Roma, V. G., y Sadler, G. R. (2013). Psychometric properties of Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) original and short forms in an African American community sample. *Journal of Affective Disorders*, 151(3), 942–949.

Meshkati, N., Hancock, P., y Rahimi, M. (1992). Techniques in mental workload assessment. In J. Wilson y E. Corlett (Eds.), *Evaluation of human work. A practical ergonomics methodology* (pp. 605–627). London: Taylor y Francis.

Metcalf, J., y Mischel, W. (1999). A hot/cool-system analysis of delay of gratification: dynamics of willpower. *Psychological Review*, 106(1), 3–19.

Metzler-Baddeley, C., Caeyenberghs, K., Foley, S., y Jones, D. K. (2016). Task complexity and location specific changes of cortical thickness in executive and salience networks after working memory training. *NeuroImage*, 130, 48–62.

Mickevičienė, D., Motiejūnaitė, K., Skurvydas, A., Darbutas, T., y Karanauskienė, D. (2008). How do reaction time and movement speed depend on the complexity of the task? *Ugdymas, Kūno Kultūra, Sportas*, 2(69), 57–62.

Milanese, C., Facci, G., Cesari, P., y Zancanaro, C. (2008). Amplification of error: A rapidly effective method for motor performance improvement. *Sport Psychologist*, 22(2), 164–174.

Milanez, V. F., Pedro, R. E., Moreira, A., Boullosa, D. A., Salle-Neto, F., y Nakamura, F. Y. (2011). The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*,

6(3), 358–366.

Miller, B. L., y Cummings, J. L. (1998). *The human frontal lobes: Functions and disorders*. New York: The Guilford Press: Guilford press.

Miller, E. K., y Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167–202. <http://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>

Miller, K. (2005). Executive functions. *Pediatric Annals*, 34(4), 310–317. <http://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Miloski, B., Freitas, V. H., y Bara, M. (2012). Monitoring of the interval training load in futsal players over a season. *Rev Bras Cineantropom Dsempenho Hum*, 14(6), 671–679.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, a H., Howerter, A., y Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100.

Miyake, A., Friedman, N. P., Rettinger, D. A., Shah, P., y Hegarty, M. (2001). How Are Visuospatial Working Memory, Executive Functioning, and Spatial Abilities Related? A Latent-Variable Analysis. *Journal of Experimental Psychology. General*, 130(4), 621–640. <http://doi.org/10.1037//0096-3445.130.4.621>

Miyake, A., y Shah, P. (1999). *Models of working memory: mechanisms of active maintenance and executive control*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. <http://doi.org/10.1017/CBO9781139174909>

Moltó, J., Montañés, S., Poy, R., Segarra, P., Pastor, M., y Tormo, M. (1999). El Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS): Adaptación Española. Primera parte. *Rev de Psicol Gral Y Aplic*, 52(1), 55–87.

Monchi, O., Petrides, M., Strafella, A. P., Worsley, K. J., y Doyon, J. (2006). Functional role of the basal ganglia in the planning and execution of actions. *Ann Neurol*, 59(2), 257–264. <http://doi.org/10.1002/ana.20742>

Moran, A. P. (1996). *The psychology of concentration in sport performers: A cognitive analysis*. East Sussex, UK: Psychology Press.

Moreau, D., y Conway, A. R. (2014). The case for an ecological approach to cognitive training. *Trends Cognitive ScienceSci*, 18, 334–336.

Moreno, J. A., López, M., Martínez Galindo, C. M., Alonso, N., y González-Cutre, D. (2007). Validación preliminar de la escala de percepción del clima motivacional de los iguales (CMI) y la escala de las orientaciones de meta en el ejercicio (GOES) con practicantes españoles de actividades físico-deportivas. *Revista Iberoamericana de Psicología Del Ejercicio Y El Deporte*, 1(2), 13–28.

Moriondo, M., De Palma, P., Medrano, L. A., y Murillo, P. (2011). Adaptación de la Escala de Afectividad Positiva y Negativa (PANAS) a la población de adultos de la ciudad de Córdoba: análisis psicométricos preliminares. *Universitas Psychologica*, 11(1), 187–196.

Mulder, G. (1986). The concept and measurement of mental effort. In *Energetics and human information processing* (pp. 175–198). http://doi.org/10.1007/978-94-009-4448-0_12

Murphy, B. L., Arnsten, A. F., Jentsch, J. D., y Roth, R. . . (1996). Dopamine and spatial working memory in rats and monkeys: pharmacological reversal of stress-induced impairment. *Journal of Neuroscience*, 16, 7768–7775.

Narayanan, N. S., Prabhakaran, V., Bunge, S. A., Christoff, K., Fine, E. M., y Gabrieli, J. D. (2005). The role of the prefrontal cortex in the maintenance of verbal working memory: an event-related fMRI analysis. *Neuropsychology*, 19, 223–232.

Newcomer, J. W., Selke, G., Melson, A. K., Hershey, T., Craft, S., Richards, K., y Alderson, A. L. (1999). Decreased memory performance in healthy humans induced by stress-level cortisol treatment. *Archives of General Psychiatry*, 56(6), 527–533.

Newell, A., y Simon, H. A. (1972). *Human problem solving* (PrenticeHa).

Newell, K. M. (1986). Constraints on the development of coordination. In M. G. Wade y H. . T. A. Whiting (Eds.), *Motor development in children: aspect of coordination and control* (pp. 341–360). Nijhoff: Dordrecht.

Noble, K. G., McCandliss, B. D., y Farah, M. J. (2007). Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*, 10(4), 464–480.

Nolla, M., Qural, R., y Miró, J. (2014). Las escalas PANAS de afecto positivo y negativo: nuevos datos de su uso en personas mayores. *Revista de Psicopatología Y Psicología Clínica*, 19(1), 15–21.

Noriaki, W., Hisaaki, T., Satoko, S., Toshiaki, W., Saiki, T., Keisuke, N., y Koji, T. (2016). Effectiveness of Two Types of Exercises before Classes on Inhibitory Function. *Journal Child Adolesc Behav*, 4, 284.

Norman, D. A., y Shallice, T. (1986). Attention to action: willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, y D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation* (pp. 1–18). New York: Plenum Press.

North, J. S., y 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. <http://doi.org/10.5641/193250308X13086753543815>

Nougier, V., Azemar, G., Stein, J. F., y 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., y Taddei, F. (1996). Evidence of strategic effects in the modulation of orienting of attention. *Ergonomics*, 39, 1119–1133.

Nougier, V., Stein, J.-F., y 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'Donnell, R. D., y Eggemeier, F. T. (1986). Workload assessment methodology. In K. R. Boff, L. Kaufman, y J. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance: Volume II. Cognitive processes and performance*. Nueva York: Wiley.

Ollendick, T. H., y Hersen, M. E. (1993). *Handbook of child and adolescent assessment*. Allyn y Bacon.

Olmedilla, A., Ortega, E., De los Fayos, E. G., Abenza, L., Blas, A., y Laguna, M. (2015). Perfil psicológico de los jugadores profesionales de balonmano y diferencias entre puestos específicos. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 47(3), 177–184.

Osgood, C. E., Suci, G. J., y Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*. Urbana: University of Illinois Press.

Ostrosky-Solís, F., Ardila, A., y Rosselli, M. (1999). NEUROPSI: a brief neuropsychological test battery in Spanish with norms by age and educational

level. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 5(5), 413–33. <http://doi.org/10.1080/09084280701508655>

Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., y Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63–71.

Papaioannou, A., y Kouli, O. (1999). The effect of task structure, perceived motivational climate and goal orientations on students' task involvement and anxiety. *Journal of Applied Sport Psychology*, 11(1), 51–71.

Papazian, O., Alfonso, I., y Luzondo, R. J. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 42(SUPPL. 3), S45–S50.

Parfitt, G., Rose, E. A., y Burgess, W. M. (2006). The psychological and physiological responses of sedentary individuals to prescribed and preferred intensity exercise. *British Journal of Health Psychology*, 11(1), 39–53.

Parlebas, P. (1988). *Elementos de sociología del deporte*. Málaga: Unisport.

Parlebas, P. (1992). El deporte, fenómeno social. *Mundo Científico*, 12(128), 858–869.

Passler, M. A., Isaac, W., y Hynd, G. W. (1985). Neuropsychological development of behavior attributed to frontal lobe functioning in children. *Developmental Neuropsychology*, 1(4), 349–370. <http://doi.org/10.1080/87565648509540320>

Pensgaard, A. M., y Roberts, G. C. (2000). The relationship between motivational climate, perceived ability and sources of distress among elite athletes. *Journal of Sports Sciences*, 18(3), 191–200.

Pérez, E., Conchillo, Á., y Recarte, M. (2010). Análisis de tres medidas de carga mental: juicios subjetivos, tamaño de la pupila y tasa de parpadeos. In *La atención (VI): un enfoque pluridisciplinar* (pp. 69–78). Barcelona. Montflorit.

Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(6), 766–786.

Pesce, C., y Ben-Soussan, T. D. (2015). "Cogito ergo sum" or "ambulo ergo sum. In T. McMorris (Ed.), *Exercise-cognition interaction: neuroscience perspectives* (pp. 251–283). Elsevier. <http://doi.org/10.1123/pes.2016-0008>

Pesce, C., Crova, C., Cereatti, L., Casella, R., y Bellucci, M. (2009). Physical activity and mental performance in preadolescents: Effects of acute exercise on free-recall memory. *Mental Health and Physical Activity*, 2(1), 16–22. <http://doi.org/10.1016/j.mhpa.2009.02.001>

Pesce, C., Crova, C., Marchetti, R., Struzzolino, I., Masci, I., Vannozzi, G., y Forte, R. (2013). Searching for cognitively optimal challenge point in physical activity for children with typical and atypical motor development. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 172–180. <http://doi.org/10.1016/j.mhpa.2013.07.001>

Pesce, C., Masci, I., Marchetti, R., Vazou, S., Sääkslahti, A., y Tomporowski, P. D. (2016). Deliberate Play and Preparation Jointly Benefit Motor and Cognitive Development: Mediated and Moderated Effects. *Frontiers in Psychology*, 7, 349.

Petrides, M. (2005). Lateral prefrontal cortex: architectonic and functional organization. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 360(1456), 781–95. <http://doi.org/10.1098/rstb.2005.1631>

Phelps, E. A., y LeDoux, J. E. (2005). Contributions of the amygdala to emotion processing: From animal models to human behavior. *Neuron*. <http://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.09.025>

Pindus, D. M., Davis, R. D., Hillman, C. H., Bandelow, S., Hogervorst, E., Biddle, S. J., y Sherar, L. B. (2015). The relationship of moderate-to-vigorous physical activity to cognitive processing in adolescents: findings from the ALSPAC birth cohort. *Psychological Research*, 79(5), 715–28. <http://doi.org/10.1007/s00426-014-0612-2>

Pindus, D. M., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Khan, N. A., Raine, L. B., Sherar, L. B., y Hillman, C. H. (2016). Moderate-to-Vigorous Physical Activity, Indices of Cognitive Control, and Academic Achievement in Preadolescents. *The Journal of Pediatrics*, 173, 136–142.

Pineda, D. A., Merchan, V., Rosselli, M., y Ardila, A. (2000). Estructura factorial de la función ejecutiva en estudiantes universitarios jóvenes. *Revista Neurología*, 31, 1112–1118.

Pinkston, J. B. (2004). Development of executive function: Cognitive, behavioral, and neuropsychological viewpoints.

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.

Pirrie, A. M., y Lodewyk, K. R. (2012). Investigating links between moderate-to-vigorous physical activity and cognitive performance in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 5(1), 93–98. <http://doi.org/10.1016/j.mhpa.2012.04.001>

Pluncecic-Gligoroska, J., Manchevska, S., y Bozhinovska, L. (2010). Psychomotor speed in young adults with different level of physical activity. *Medicinski Arhiv*, 64(3), 139–143.

Pollack, C. D. (1994). Planning for success: the first steps in new program development. *Journal School Nursery*, 10, 11–15.

Pons, I. D. (2008). *Evaluación de la carga mental en tareas de control.* (Tesis Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña.

Pontifex, M. B., y Hillman, C. H. (2007). Neuroelectric and behavioral indices of interference control during acute cycling. *Clinical Neurophysiology*, 118(3), 570–580.

Pontifex, M. B., Hillman, C. H., Fernhall, B., Thompson, K. M., y Valentini, T. A. (2009). The effect of acute aerobic and resistance exercise on working memory. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(4), 927–934.

Portellano, J. A., Martínez, R., y Zumárraga, L. (2009). *Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños (ENFEN) (TEA).* Madrid.

Porteus, S. D. (1965). *Test des labyrinthes de Porteus.* Paris: ECPA.

Posner, M. I., y DiGirolamo, G. J. (1998). Conflict, target detection and cognitive control. *The Attentive Brain*, 401–423.

Posner, M. I., y 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., y Tang, Y. (2007). The anterior cingulate gyrus and the mechanism of self-regulation. *Cognitive, Affective, y Behavioral Neuroscience*, 7(4), 391–395.

Prencipe, A., y Zelazo, P. D. (2005). Development of affective decision making for self and other: Evidence for the integration of first- and third-person perspectives. *Psychological Science*, 16(7), 501–505. <http://doi.org/10.1111/j.0956->

7976.2005.01564.x

Price, B. H., Daffner, K. R., Stowe, R. M., y Mesulam, M. M. (1990). The comportmental learning disabilities of early frontal lobe damage. *Brain*, 113(5), 1383–1393. <http://doi.org/10.1093/brain/113.5.1383>

Pugh, K. R., Mencl, W. E., Jenner, A. R., Katz, L., Frost, S. J., Lee, J. R., y Shaywitz, B. A. (2000). Functional neuroimaging studies of reading and reading disability (developmental dyslexia). *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 6(3), 207–213.

Raab, M., y Johnson, J. G. (2003). Take the first: Option-generation and resulting choices. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 91(2), 215–229. [http://doi.org/10.1016/S0749-5978\(03\)00027-X](http://doi.org/10.1016/S0749-5978(03)00027-X)

Ramos-Campo, D. J., Martínez, F., García, P. E., Rubio, J. Á., Bores, A., Clemente-Suarez, V. J., y 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, I. A., Browne, R. A. V., da Silva Machado, D. G., Sales, M. M., dos Santos Pereira, R. M., y Grubert, C. S. (2017). Ten Minutes of Exercise Performed Above Lactate Threshold Improves Executive Control in Children. *Journal of Exercise Physiologyonline*, 20(2), 73–83.

Randler, C., y Weber, V. (2015). Positive and negative affect during the school day and its relationship to morningness–eveningness. *Biological Rhythm Research*, 46(5), 683–690. <http://doi.org/10.1080/09291016.2015.1046249>

Redondo, J., Fraga, I., Comesaña, M., y Perea, M. (2005). Estudio normativo del valor afectivo de 478 palabras españolas. *Psicológica*, 26(2), 317–326.

Reina, A., y 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.

Reitan, R. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 8, 271–276. <http://doi.org/10.2466/PMS.8.7.271-276>

Rennie, D. A., Bull, R., y Diamond, A. (2004). Executive functioning in preschoolers: reducing the inhibitory demands of the dimensional change card

sort task. *Dev Neuropsychol*, 26(1), 423–443.
http://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_4

Risser, A. H., y Edgell, D. (1988). Neuropsychology of the developing brain: Implications for neuropsychological assessment. In M. G. Tramontana y S. R. Hooper (Eds.), *Assessment issues in child neuropsychology* (pp. 41–65). New York: Plenum Press.

Robbins, T. W. (2007). Shifting and stopping: fronto-striatal substrates, neurochemical modulation and clinical implications. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 362(1481), 917–32.
<http://doi.org/10.1098/rstb.2007.2097>

Roberts, G. C. (2001). *Advances in motivation in sport and exercise*. Human Kinetics.

Robinson, L. E., Palmer, K. K., y Bub, K. L. (2016). Effect of the children's health activity motor program on motor skills and self-regulation in head start preschoolers: an efficacy trial. *Frontiers in Public Health*, 4.

Robles, R., y Páez, F. (2003). Estudio sobre la traducción al español y las propiedades psicométricas de las escalas de afecto positivo y negativo (PANAS). *Salud Mental*, 26(1), 69–75.

Rocha, R. F., y Clemente, F. M. (2012). Expertise in sport and physical education: review through essential factors. *Journal of Physical Education y Sport*, 12(4), 557–559.

Rolls, E. T. (1996). The orbitofrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 351, 1433–1443.

Rolls, E. T. (2000). The Orbitofrontal Cortex and Reward. *Cerebral Cortex*, 10, 284–294. <http://doi.org/10.1093/cercor/10.3.284>

Rolls, E. T. (1990). A Theory of Emotion, and its Application to Understanding the Neural Basis of Emotion. *Cognition y Emotion*, 4(3), 161–190.
<http://doi.org/10.1080/02699939008410795>

Romeas, T., Guldner, A., y Faubert, J. (2015). 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 1–9.
<http://doi.org/10.1016/j.psychsport.2015.06.002>

Romine, C. B., y Reynolds, C. R. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning: findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology*, 12(4), 190–201. http://doi.org/10.1207/s15324826an1204_2

Rosenbaum, D. A., Carlson, R. A., y Gilmore, R. O. (2001). Acquisition of intellectual and perceptual-motor skills. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 453–470. <http://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.453>

Rosenzweig, M. R. (2003). Effects of differential experience on the brain and behavior. *Developmental Neuropsychology*, 24(2–3), 523–540. http://doi.org/10.1207/S15326942DN242y3_02

Rosselli, M., Jurado, M. B., y Matute, E. (2008). Las funciones ejecutivas a través de la vida. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría Y Neurociencias*, 8(1), 23–46.

Rothbart, M. K., Posner, M. I., y Kieras, J. (2008). Temperament, Attention, and the Development of Self-Regulation. In *Blackwell Handbook of Early Childhood Development* (pp. 338–357). <http://doi.org/10.1002/9780470757703.ch17>

Rothstein, H. R. R., y Hopewell, S. (2009). Grey literature. In H. Cooper, L. V. Hedges, y J. C. Valentine (Eds.), *The handbook of research synthesis and meta-analysis* (2ª ed, pp. 103–125). Nueva York: Russell Sage Foundation.

Rubio, S. (1992). *Evaluación y medida de la carga mental en una tarea de diagnóstico de fallos*. Madrid: UCM.

Rubio, S., Díaz, E., Martín, J., y Puente, J. M. (2004). Evaluation of Subjective Mental Workload: A Comparison of SWAT, NASA-TLX, and Workload Profile Methods. *Applied Psychology: An International Review*, 53(1), 61–86. <http://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2004.00161.x>

Rubio, S., Luceño, L., Martín, J., y Jaén, M. (2007). Modelos y procedimientos de evaluación de la carga mental de trabajo. *Models and Procedures of Evaluation of the Mental Workloads*, 6(1), 85–108.

Rueda, M. R., Checa, P., y Cómbita, L. M. (2012). Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: immediate changes and effects after two months. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, S192–S204.

Rueda, M. R., Checa, P., y Rothbart, M. K. (2010). Contributions of

attentional control to socioemotional and academic development. *Early Education and Development*, 21(5), 744–764.

Rueda, M. R., Conejero, A., y Guerra, S. (2016). Educar la atención desde la neurociencia. Pensamiento Educativo. *Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 53(1), 1–16.

Rueda, M. R., Posner, M. R., y Rothbart, M. K. (2005). The development of executive attention: contributions to the emergence of self-regulation. *Dev. Neuropsychol*, 28, 573–594. http://doi.org/doi:10.1207/s15326942dn2802_2

Rutledge, T., Stucky, E., Dollarhide, A., Shively, M., Jain, S., Wolfson, T., ... Dresselhaus, T. (2009). A real-time assessment of work stress in physicians and nurses. *Health Psychology: Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 28(2), 194–200. <http://doi.org/10.1037/a0013145>

Saanijoki, T., Nummenmaa, L., Eskelinen, J. J., Savolainen, A. M., Vahlberg, T., Kalliokoski, K. K., y Hannukainen, J. C. (2015). Affective responses to repeated sessions of high-intensity interval training. *Medicine Science Sports Exercise*, 47(12), 2604–2611.

Salvendy, G. (1997). Handbook of human factors and ergonomics. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, 9(3), 2138. <http://doi.org/10.1002/9781444395150.ch13>

Sánchez-Carpintero, R., y Narbona, J. (2001). Revisión conceptual del sistema ejecutivo y su estudio en el niño con trastorno por déficit de atención e hiperactividad. *Revista de Neurología*, 33(1), 47–53.

Sánchez-Cubillo, I., Muñoz-Céspedes, J. M., y Quemada, I. (2004). ¿Qué procesos cognitivos están implicados en el trastorno orgánico de personalidad subtipo desinhibido? *Anales de Psicología*, 20, 273–287.

Sanchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*, 38, 53–63.

Sánchez Aragón, R., Retana Franco, B. E., y Carrasco Chávez, E. (2008). Evaluación psicológica del entendimiento emocional: Diferencias y similitudes entre hombres y mujeres. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico Y Evaluación-E Avaliação Psicológica*, 2(26).

Sandín, B. (2003). Escalas PANAS de afecto positivo y negativo para niños y

adolescentes (PANASN). *Revista de Psicopatología Y Psicología Clínica*, 8(2), 173–182.

Sandín, B., Chorot, P., Lostao, L., Joiner, T. E., Santed, M. A. M., y Valiente, R. M. (1999). Escalas PANAS de afecto positivo y negativo: Validación factorial y convergencia transcultural. *Psicothema*, 11(1), 37–51.

Schmidt-Kassow, M., Schädle, S., Otterbein, S., Thiel, C., Doehring, A., Lötsch, J., y Kaiser, J. (2012). Kinetics of serum brain-derived neurotrophic factor following low-intensity versus high-intensity exercise in men and women. *Neuroreport*, 23(15), 889–893. <http://doi.org/10.1097/WNR.0b013e32835946ca>

Schmidt, C. (2008). Construcción de un cuestionario de emociones positivas en población enterrerriana. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico Y Evaluación Psicológica*, 26, 117–139.

Schmidt, M., Benzing, V., y Kamer, M. (2016). Classroom-based physical activity breaks and children's attention: cognitive engagement works! *Frontiers in Psychology*, 7.

Schunk, D. H. (1997). *Teorías del aprendizaje*. Pearson educación.

Schwartz, M., Segal, M., Veramonti, T., Ferraro, M., y Buxbaum, L. (2002). The Naturalistic Action Test: A standardised assessment for everyday action impairment. *Neuropsychological Rehabilitation*, 12(4), 311–339. <http://doi.org/10.1080/09602010244000084>

Scudder, M. R., Drollette, E. S., Szabo-Reed, A. N., Lambourne, K., Fenton, C. I., Donnelly, J. E., y Hillman, C. H. (2016). Tracking the Relationship Between Children's Aerobic Fitness and Cognitive Control. *Health Psychology: Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 35(9), 967–78. <http://doi.org/10.1037/hea0000343>

Selfriz, J. J., Duda, J. L., y Chi, L. (1992). The relationship of perceived motivational climate to intrinsic motivation and beliefs about success in basketball. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 14(4), 375–391.

Selye, H. (1946). The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation. *The Journal of Clinical Endocrinology Y Metabolism*, 6(2), 117–230.

Semel, E.; Wiig, E.H.; Secord, W. A. (1998). *Clinical Evaluation of Language Fundamentals*, Third Edition.

Senn, T. E., Espy, K. A., y Kaufmann, P. . (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 445–64. http://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_5

Servera, M., y Llabres, J. (2001a). *Escalas Magallanes de impulsividad computarizada (EMIC)*. Madrid: Albor-Cohs.

Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge: Cambridge University Press: Cambridge University Press.

Shallice, T., y Burgess, P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114(2), 727–741. <http://doi.org/10.1093/brain/114.2.727>

Shimamura, A. P. (2000). The role of the prefrontal cortex in dynamic filtering. *Psychobiology*, 28(2), 207–218. <http://doi.org/10.3758/BF03331979>

Shimamura, A. P. (2002). Memory retrieval and executive control processes. In D. Stuss y R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 210–220). New York. Oxford University Press.

Shing, Y. L., Lindenberger, U., Diamond, A., Li, S. C., y Davidson, M. C. (2010). Memory maintenance and inhibitory control differentiate from early childhood to adolescence. *Developmental Neuropsychology*, 35(6), 679–697.

Sibley, B. A., y Beilock, S. L. (2007). Exercise and working memory: an individual differences investigation. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 29(6), 783–791.

Sibley, B. A., y Etnier, J. L. (2003). The Relationship Between Physical Activity and Cognition in Children: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15(3), 243–256. <http://doi.org/10.1515/ijsl.2000.143.183>

Sibley, B. A., Etnier, J. L., y Masurier, G. C. (2006). Effects of an Acute Bout of Exercise on Cognitive Aspects of Stroop Performance. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 28, 285–299.

Simmonds, D. J., Pekar, J. J., y Mostofsky, S. H. (2008). Meta-analysis of go/no-go tasks demonstrating that fMRI activation associated with response inhibition is task-dependent. *Neuropsychologia*, 46, 224–232.

Slomka, G. T., y Tarter, R. E. (1993). Neuropsychological assessment. *Handbook of Child and Adolescent Assessment*, 167, 208–236.

Slovic, P., Finucane, M. L., Peters, E., y MacGregor, D. G. (2007). The affect heuristic. *European Journal of Operational Research*, 177(3), 1333–1352. <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.04.006>

Smidts, D. P., Jacobs, R., y Anderson, V. (2003). The Object Classification Task for Children (OCTC): A measure of concept generation and mental flexibility in early childhood. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 385–401.

Smiley-Oyen, A. L., Lowry, K. A., Francois, S. J., Kohut, M. L., y Ekkekakis, P. (2008). Exercise, fitness, and neurocognitive function in older adults: The “selective improvement” and “cardiovascular fitness” hypotheses. *Annals of Behavioral Medicine*, 36(3), 280–291. <http://doi.org/10.1007/s12160-008-9064-5>

Smith, M., Tallis, J., Miller, A., Clarke, N. D., y Guimarães-Ferreira, L. Duncan, M. J. (2016). The effect of exercise intensity on cognitive performance during short duration treadmill running. *Journal of Human Kinetics*, 50(2), 27–35.

Soga, K., Shishido, T., y Nagatomi, R. (2015). Executive function during and after acute moderate aerobic exercise in adolescents. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 7–17.

Sonuga-Barke, E. J., Dalen, L., Daley, D., y Remington, B. (2002). Are planning, working memory, and inhibition associated with individual differences in preschool ADHD symptoms? *Developmental Neuropsychology*, 21(3), 255–272.

Soprano, A. M. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, 37(1), 44–50.

Sowell, E. R., Thompson, P. M., Tessner, K. D., y Toga, a W. (2001). Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during postadolescent brain maturation. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 21(22), 8819–29. <http://doi.org/21/22/8819> [pii]

Sowell, E. R., Trauner, D. a, Gamst, A., y Jernigan, T. L. (2002). Development of cortical and subcortical brain structures in childhood and adolescence: a structural MRI study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44(1), 4–16. <http://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2002.tb00253.x>

Spearman, C. (1928). The Abilities of Man. *Science*, 68(1750), 38. <http://doi.org/10.1126/science.68.1750.38-a>

Spence, J. T., y Spence, K. W. (1966). The motivational components of manifest anxiety: drive and drive stimuli. In C. D. Spielberger (Ed.), *Anxiety and Behavior*. New York: Academic Press.

Spielberger, C. D. (1972). Anxiety as an emotional state. In C. D. Spielberger (Ed.), *Anxiety Behavior* (pp. 23–49). New York: Academic Press.

Spielberger, C. D. (1973). *STAIC, State-Trait Anxiety Inventory for Children*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

Spielberger, C. D., Edwards, C. D., y Lushene, R. E. (1990). *Manual del Cuestionario de Autoevaluación Ansiedad Estado-Rasgo en Niños*. Madrid: TEA.

Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., y Lushene, R. . (2002). *Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo (STAI)*. Madrid: TEA.

Spreen, O., y Strauss, E. (1998). A Compendium of Neuropsychological Tests. *Administration Norms And Commentary*.

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

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

Stein, M., Auerswald, M., y Ebersbach, M. (2017). Relationships between Motor and Executive Functions and the Effect of an Acute Coordinative Intervention on Executive Functions in Kindergartners. *Frontiers in Psychology*, 8, 859.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. <http://doi.org/10.1037/h0054651>

Stroth, S., Kubesch, S., Dieterle, K., Ruchow, M., Heim, R., y Kiefer, M. (2009). Physical fitness, but not acute exercise modulates event-related potential indices for executive control in healthy adolescents. *Brain Research*, 1269, 114–124. <http://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.02.073>

Stuss, D. T. (1992). Biological and psychological development of executive functions. *Brain and Cognition*, 20(1), 8–23. [http://doi.org/10.1016/0278-2626\(92\)90059-U](http://doi.org/10.1016/0278-2626(92)90059-U)

Stuss, D. T., y Alexander, M. P. (2007). Is there a dysexecutive syndrome?

Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 362(1481), 901–15. <http://doi.org/10.1098/rstb.2007.2096>

Stuss, D. T., y Benson, D. F. (1986). *The frontal lobes*. New York: Raven Press.

Stuss, D. T., Shallice, T., Alexander, M. P., y Picton, T. W. (1995). A multidisciplinary approach to anterior attentional functions. In *Annals of the New York Academy of Sciences* (Vol. 769, pp. 191–211). <http://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1995.tb38140.x>

Syväoja, H. J., Tammelin, T. H., Ahonen, T., Kankaanpää, A., y Kantomaa, M. T. (2014). The associations of objectively measured physical activity and sedentary time with cognitive functions in school-aged children. *PloS One*, 9(7), e103559. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0103559>

Syväoja, H. J., Tammelin, T. H., Ahonen, T., Kankaanpää, A., y Kantomaa, M. T. (2014). The associations of objectively measured physical activity and sedentary time with cognitive functions in school-aged children. *PloS One*, 9(7), e103559. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0103559>

Tam, N. D. N. D. (2013). Improvement of processing speed in executive function immediately following an increase in cardiovascular activity. *Cardiovascular Psychiatry and Neurology*, 2013, 212767. <http://doi.org/10.1155/2013/212767>

Tamm, L., Menon, V., y Reiss, A. L. (2002). Maturation of brain function associated with response inhibition. *Journal of the American Academy of Child y Adolescent Psychiatry*, 41(10), 1231–1238.

Tellegen, A. (1985). Structures of mood and personality and their relevance to assessing anxiety, with an emphasis on self-report. In A. H. Tuma y D. Maser (Eds.), *Anxiety and the anxiety disorders*. Hillsdale, Erlbaum.

Temple, C. M. (1997). Cognitive neuropsychology and its application to children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*. <http://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1997.tb01504.x>

Thayer, R., Newman, R., y McClain, T. (1994). Self-regulation of mood: strategies for changing a bad mood, raising energy, and reducing tension. *Journal of Personality and Social Behavior*, 67, 910–925.

Thomas, B. H., Ciliska, D., Dobbins, M., y Micucci, S. (2004). A process for

systematically reviewing the literature: Providing the research evidence for public health nursing interventions. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 1(3), 176–184.

Tirapu-Ustárrroz, J., y Muñoz-Céspedes, J. M. (2005). Memoria y Funciones Ejecutivas. *Revista de Neurología*, 41(8), 475–84.

Tirapu-Ustárrroz, J., Muñoz-Céspedes, J. M., y Pelegrín-Valero, C. (2002). Funciones ejecutivas: Necesidad de una integración conceptual. *Revista de Neurología*, 34(7), 673–685.

Tirapu, J., García, A., Luna, P., Verdejo, A., Ríos, M., y Río, M. (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. In *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas*. (pp. 87–117).

Tomasovi, N. (2005). Geriatric-palliative care units model for improvement of elderly care. *Coll Antropol*, 29, 277–282.

Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Lambourne, K., Gregoski, M., y Tkacz, J. (2008). Task switching in overweight children: Effects of acute exercise and age. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 30, 497–511. <http://doi.org/10.1016/j.bbi.2008.05.010>

Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H., y Naglieri, J. A. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 20(2), 111–131. <http://doi.org/10.1007/s10648-007-9057-0>

Tomporowski, P. D., Lambourne, K., y Okumura, M. S. (2011). Physical activity interventions and children's mental function: An introduction and overview. *Preventive Medicine*, 52(SUPPL.). <http://doi.org/10.1016/j.yjpm.2011.01.028>

Tomporowski, P. D., y McCullick, B. (2009). The effects of physical activity and direct instruction on children's executive functions: Pre-requisites and considerations. *Unpublished Manuscript*.

Tomporowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., y Pesce, C. (2014). Exercise and children's cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 1–10.

Tomporowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., y Pesce, C. (2015). Exercise and children's cognition: the role of exercise characteristics and a place

for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 47–55.

Torgesen, J. F. (1994). Issues in the assessment of executive function: An information-processing perspective. In *Frames of reference for the assessment of learning disabilities: New views on measurement issues* (pp. 143–162).

Torijano, J. (2004). *Errores de Aprendizaje y aprendizaje de los errores* (2ª edición). Madrid: Arco Libros.

Treasure, D. C., y Roberts, G. C. (1998). Relationship between female adolescents achievement goal orientations, perceptions of the motivational climate, belief about success and sources of satisfaction in basketball. *Journal of Sport Psychology*, 29(3), 211–230.

Tsukamoto, H., Suga, T., Takenaka, S., Tanaka, D., Takeuchi, T., Hamaoka, T., ... Hashimoto, T. (2016). Greater impact of acute high-intensity interval exercise on post-exercise executive function compared to moderate-intensity continuous exercise. *Physiology and Behavior*, 155, 224–230. <http://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.12.021>

Unnithan, V., White, J., Georgiou, A., Iga, J., y 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., y Goodie, A. S. (2009). Exploring the relations among executive functions, fluid intelligence and personality. *Journal of Individual Differences*, 30(4), 194–200.

Urai, A. E., Braun, A., y Donner, T. H. (2017). Pupil-linked arousal is driven by decision uncertainty and alters serial choice bias. *Nature Communications*, 8.

Urrútia, G., y Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507–511.

Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Philippaerts, R. M., y Williams, A. 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. <http://doi.org/10.3200/JMBR.39.5.395-408>

Valiente, C., Lemery-Chalfant, K., Swanson, J., y Reiser, M. (2008). Prediction of children's academic competence from their effortful control,

relationships, and classroom participation. *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 67.

van den Berg, V., Saliassi, E., de Groot, R. H., Jolles, J., Chinapaw, M. J., y Singh, A. S. (2016). Physical Activity in the School Setting: Cognitive Performance Is Not Affected by Three Different Types of Acute Exercise. *Frontiers in Psychology*, 7.

van der Niet, A. G., Smith, J., Scherder, E. J., Oosterlaan, J., Hartman, E., y Visscher, C. (2014). Associations between daily physical activity and executive functioning in primary school-aged children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(6), 673–677. <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.09.006>

van der Niet, A., Smith, J., Oosterlaan, J., Scherde, E., Hartman, E., y Visscher, C. (2015). Effects of a Cognitively Demanding Aerobic Intervention During Recess on Children's Physical Fitness and Executive Functioning. *Pediatric Exercise Science*.

Verburgh, L., Königs, M., Scherder, E. J., y Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. *British Journal of Sports Med*, 2012(12), 973–979. <http://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091441>

Verburgh, L., Scherder, E. J., Van Lange, P. A., y Oosterlaan, J. (2014). Executive functioning in highly talented soccer players. *PLoS ONE*, 9(3). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0091254>

Verdejo-García, A., y Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227–235.

Verdejo, A., Aguilar de Arco, F., y Pérez-García, M. (2004). Alteraciones de los procesos de toma de decisiones vinculados al córtex prefrontal ventromedial en pacientes drogodependientes. *Revista Neurología*, 38, 601–606.

Verdejo, A., y Pérez-García, M. (2007). Profile of executive deficits in cocaine and heroin polysubstance users: Common and differential effects on separate executive components. *Psychopharmacology*, 190(4), 517–530. <http://doi.org/10.1007/s00213-006-0632-8>

Vergara, C. (2008). El aprendizaje escolar y sus dificultades. Una lectura psicoanalítica. *Revista Electrónica de Psicología Social «Poiésis»*, 16, 1–7.

Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., y Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PLoS ONE*, 7(4). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0034731>

Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., y Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *Plos One*, 12(2), e0170845. <http://doi.org/doi:10.1371/journal.pone.0170845>

Vickers, J. N. (2007). *Perception, cognition, and decision training: The quiet eye in action*. Human Kinetics.

Vigil, P., Orellana, R. F., Cortés, M. E., Molina, C. T., Switzer, B. E., y Klaus, H. (2011). Endocrine modulation of the adolescent brain: A review. *Journal of Pediatric and Adolescent Gynecology*, 24(6), 330–337. <http://doi.org/10.1016/j.jpag.2011.01.061>

Vila-Maldonado, S., García, L. M., y Contreras, O. R. (2012). La investigación del comportamiento visual, desde el enfoque perceptivocognitivo y la toma de decisiones en el deporte. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2), 137–156.

von Hecker, U., y Meiser, T. (2005). Defocused attention in depressed mood: Evidence from source monitoring. *Emotion*, 5, 456–463. *Emotion*, 5(456–463).

Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., y Roberts, B. (2009). Are expert athletes “expert” in the cognitive laboratory? A metaanalytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 812–826. <http://doi.org/10.1002/acp.1588>

Voss, M. W., Vivar, C., Kramer, A. F., y van Praag, H. (2013). Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(10), 525–544. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.001>

Wager, T. D., y Smith, E. E. (2003). Neuroimaging studies of working memory: a meta-analysis. *Cognitive, Affective y Behavioral Neuroscience*, 3(4), 255–274. <http://doi.org/10.3758/CABN.3.4.255>

Wahl, P., Zinner, C., Achtzehn, S., Bloch, W., y Mester, J. (2010). Effect of high-and low-intensity exercise and metabolic acidosis on levels of GH, IGF-I, IGFBP-3 and cortisol. *Growth Hormone y IGF Research*, 20(5), 380–385.

Wallace, H. M., y Baumeister, R. F. (2002). The Effects of Success versus

Failure Feedback on Further Self-Control. *Self and Identity*, 1(1), 35–41. <http://doi.org/10.1080/152988602317232786>

Wang, C. C., Chu, C. H., Chu, I. H., Chan, K. H., y Chang, Y. K. (2013). Executive function during acute exercise: the role of exercise intensity. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 35(4), 358–67. <http://doi.org/10.1123/jsep.35.4.358>

Watson, D., Clark, L. A., y Tellegen, A. (1988). Development and Validation of Brief Measures of Positive and Negative Affect. *The PANAS Scales*, 54, 1063-1070. <http://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>

Watson, D., y Tellegen, A. (1985). Toward a consensual structure of mood. *Psychological Bulletin*, 98(2), 219.

Wechsler, D. (1994). *Test de inteligencia para niños WISC III. Manual*. Buenos Aires: Paidós.

Weinstein, A. M., Voss, M. W., Prakash, R. S., Chaddock, L., Szabo, A., White, S. M., y Erickson, K. I. (2012). The association between aerobic fitness and executive function is mediated by prefrontal cortex volume. *Brain, Behavior, and Immunity*, 26(5), 811–819.

Welsh, M. C. (2002). Developmental and clinical variations in executive functions. In D. L. Molfese y V. J. Molfese (Eds.), *Developmental variations in learning: Applications to social, executive function, language and reading skills* (pp. 139–185). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Welsh, M. C., y Pennington, B. F. (1988). *Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology*. *Developmental Neuropsychology* (Vol. 4). <http://doi.org/10.1080/87565648809540405>

Welsh, M. C., Pennington, B. F., y Groisser, D. B. (1991). A normative-developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7(June), 131–149. <http://doi.org/10.1080/87565649109540483>

Weng, T. B., Pierce, G. L., Darling, W. G., y Voss, M. W. (2015). Differential Effects of Acute Exercise on Distinct Aspects of Executive Function. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 47(7), 1460–9. <http://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000542>

Whiteside, S. P., y Lynam, D. R. (2001). The five-factor model and

personality disorder empirical literature: A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 23, 1005–1085.

Wickens, C. D. (1984). Processing Resources in Attention, Dual Task Performance and Workload Assessment. *Varieties of Attention*. <http://doi.org/R.Parasuraman,R.Davies>

Wierwille, W. W., y Eggmeier, F. T. (1993). Recommendations for Mental Workload Measurement Test and Evaluation Environment. *Human Factors*, 35(2), 263–281.

Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *Journal Sports Sciences*, 18(9), 737–750.

Williams, A. M., Davids, K., y Williams, J. G. (1999). *Visual perception and action in sport*. Nueva York, Estados Unidos: Routledge.

Williams, A. M., y Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal Sports Sciences*, 18(9), 657–667. <http://doi.org/10.1080/714004845>

Williams, C. M., Petrelli, J., y Murphy, M. (2000). Development and implementation of a geriatric care or case management program in a military community-based family medicine residency. *Mil Med*, 165, 809–815.

Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., y Lechtermann, A. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87, 597–609. <http://doi.org/10.1016/j.nlm.2006.11.003>

Wit, J. D., Slot, W., y Aken, M. V. (2004). *Psychologie van de adolescentie*. Basisboek. Baarn: HB Uitgevers.

Wong, A. (2012). Función ejecutiva: Entre el laboratorio y la cultura. En E. Saforcada (Comp.). In *Memorias del Segundo Simposio Internacional de Neurociencias, Salud y Bienestar Comunitario*. Villa María: Universidad Nacional de Villa María.

Woodman, T., y Hardy, L. (2001). Stress and anxiety. In R. N. R.N. Singer, H. A. Hausenblas, y C. M. Janelle (Eds.), *Handbook of Sport Psychology* (pp. 127–170). New York: Wiley.

Wright, J. C. (1971). *KRISP. (Kansas Reflection-Impulsivity Scale for Preschooler)*. Lawrence: University of Kansas.

Wundt, W. (1986). El juego en la educación y la terapéutica. *Moscú: Progreso*, 125.

Zach, S., y Eyal, S. (2016). The Influence of Acute Physical Activity on Working Memory. *Perceptual and Motor Skills*, 122(2), 365–374.

Zelazo, P. D., Craik, I. . M., y Booth, L. (2004). Executive function across the life span. *Acta Psychologica*, 115(2–3), 167–183. <http://doi.org/10.1016/j.actpsy.2003.12.005>

Zelazo, P. D., y Frye, D. (1997). Cognitive complexity and control: a theory of the development of deliberate reasoning and intentional action. In M. Stamenov (Ed.), *Language structure, discourse, and the access to consciousness* (pp. 113–153). Amsterdam: John Benjamins.

Zelazo, P. D., y Frye, D. (1998). Cognitive complexity and control: The development of executive function. *Current Directions in Psychological Science*, 7(4), 121–126. <http://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10774761>

Zelazo, P. D., y Müller, U. (2010). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of childhood cognitive development* (pp. 574–603). Oxford: Blackwell. <http://doi.org/10.1002/9781444325485.ch22>

Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., Marcovitch, S., Argitis, G., y Boseovski, J. (2003). The Development of Executive Function. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), 137.

Zelazo, P. D., Reznick, J. S., y Spinazzola, J. (1998). Representational flexibility and response control in a multistep multilocation search task. *Developmental Psychology*, 34(2), 203–214. <http://doi.org/10.1037/0012-1649.34.2.203>

Zevon, M. A., y Tellegen, A. (1982). The structure of mood change: An idiographic/nomothetic analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43(1), 111.

Zhou, Q., Zhang, X., Chen, J., Wang, L., y Chen, D. (2012). Nostril-Specific Olfactory Modulation of Visual Perception in Binocular Rivalry. *Journal of Neuroscience*, 32(48), 17225–17229.

Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia: fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento*. Martínez Roca

IX - ANEXOS

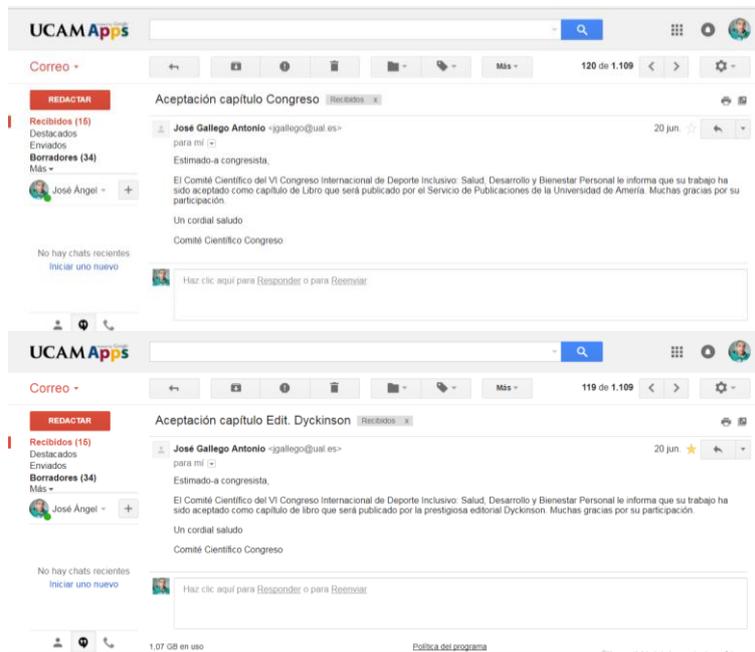
ANEXO I. Producción científica derivada de la presente tesis doctoral.

Del desarrollo de esta Tesis Doctoral, se han derivado las siguientes publicaciones científicas:

En el *IV Congreso Internacional de Actividad Física y Deporte Inclusivo*, celebrado en Almería en marzo de 2017, se presentaron las siguientes investigaciones en formato de comunicaciones escritas.



De entre ellas, la comunicación *"INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA AERÓBICA SOBRE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN ESCOLARES"*, fue seleccionada como capítulo de Libro, para ser publicado por la Universidad de Almería en la editorial Dyckinson.



En el *XII Congreso Internacional sobre la Enseñanza de la Educación Física y el Deporte*, celebrado en octubre de 2017 en Villena (Alicante), se presentaron las siguientes comunicaciones.



Además de estas comunicaciones y capítulos de libros, dos artículos científicos están en fase de revisión en sendas revistas:

“Efecto del ejercicio y la actividad física sobre las funciones ejecutivas en la población juvenil. Una revisión sistemática”, en la revista Cuadernos de Psicología del Deporte.

The screenshot shows the website interface for 'Cuadernos de Psicología del Deporte'. The main heading is 'Propuestas activas'. Below it, there is a table with the following data:

ID	CO-MU-ENVIAR	SECC	AUTORES	TÍTULO	ESTADO
303211	31-08	PD	Medina Cascales, Alarcón López,	EFFECTO DEL EJERCICIO Y LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LAS	Asignación en espera

Additional text on the page includes 'Empezar un nuevo envío' and 'HAGA CLIC AQUÍ para ir al primer paso del proceso de envío en cinco pasos.' Logos for Scielo, Scopus, and Thomson Reuters are visible on the right side.

“Efectos de la actividad física en el nivel de valencia y activación de escolares (Effects of physical activity in the valencia level and activation of school children)”, en la revista Cultura, Ciencia y Deporte (CCD).

The screenshot shows the website interface for 'CCD. Cultura_Ciencia_Deporte. 文化-科技-体育 doi: 10.12800/ccd'. The main heading is 'Envíos activos'. Below it, there is a table with the following data:

ID	CO-MU-ENVIAR	SECC	AUTORES	TÍTULO	ESTADO
S24	15-04	ART	Medina Cascales, Alarcón López,	EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL NIVEL DE VALENCIA Y	EN REVISIÓN

Additional text on the page includes 'Empezar un nuevo envío' and 'HAGA CLIC AQUÍ para ir al primer paso del proceso de envío en cinco pasos.' The header includes the UCAM Universidad Católica San Antonio logo and the CCD logo.

ANEXO II. Hoja de consentimiento informado estudio 2.**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo, D./Dña....., con D.N.I.como padre/madre o tutor del alumno/a.....

DECLARO:

Haber sido informado/a del estudio y procedimientos de la investigación del Proyecto titulado: **“Incidencia del tipo de actividad física en las funciones ejecutivas en jóvenes deportistas”**.

Los investigadores que van a acceder a mis datos personales y a los resultados de las pruebas son: **Dr. D. Francisco Alarcón López, el Dr. D. Alberto Castillo Díaz y Doctorando D. José Ángel Medina Cascales.**

Asimismo, he podido hacer preguntas del estudio, comprendiendo que me presto de forma voluntaria al mismo y que en cualquier momento puedo abandonarlo sin que me suponga perjuicio de ningún tipo.

CONSIENTO:

1.-) Someterme a las siguientes pruebas exploratorias (en su caso):

- Pruebas de evaluación psicológica y cognitiva, consistentes en la Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños (ENFEN). Otras pruebas de tipo cognitivo y conductual como la valencia y activación emocional o la escala Borg.

2.-) El uso de los datos obtenidos según lo indicado en el párrafo siguiente:

En cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le comunicamos que la información que ha facilitado y la obtenida como consecuencia de las exploraciones a las que se va a someter pasará a formar parte del fichero automatizado INVESOCIAL, cuyo titular es la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN ANTONIO, con la finalidad de INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO CIENCIAS SOCIALES, JURÍDICAS, DE LA EMPRESA Y DE LA COMUNICACIÓN. Tiene derecho a acceder a esta información y cancelarla o rectificarla, dirigiéndose al domicilio de la entidad, en Avda. de los Jerónimos de Guadalupe 30107 (Murcia). Esta entidad le garantiza la adopción de las medidas oportunas para asegurar el tratamiento confidencial de dichos datos.

En Guadalupe (Murcia) a de de 20

El investigador,

Fdo:.....

Fdo:.....

ANEXO III. Información consentimiento informado estudio 2..**DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA SUJETOS SOMETIDOS A ESTUDIO
(HOJA INFORMATIVA)****1. EN QUÉ CONSISTE Y PARA QUÉ SIRVE:**

Consiste en la realización de unos test cognitivos antes y después de una intervención física y otra física-cognitiva realizada mediante un juego motor.

La investigación tiene como utilidad el dar respuesta a la incidencia en las funciones ejecutivas del tipo de actividad física aeróbica o aeróbica-cognitiva y de la carga mental implicada en dicha actividad. Entendiendo funciones ejecutivas como capacidades cognitivas superiores que controlan el comportamiento dirigido a una meta adecuando las respuestas ante tareas que implican diferente grado de novedad o complejidad.

2. COMO SE REALIZA:

Los participantes, serán divididos aleatoriamente en dos grupos, y ambos realizarán idénticas tareas, pero en orden inverso. El procedimiento consiste en completar unos test cognitivos y seguidamente realizar una tarea física o una tarea física-cognitiva de 10 minutos de duración, para nada más terminar rellenar de nuevo idénticos test cognitivos. Ambos grupos realizarán las dos tareas. También existirá un grupo de control, el cual completará los test cognitivos antes y después de la lectura de un cuento durante 10 minutos.

3. QUÉ EFECTOS LE PRODUCIRÁ:

La hipótesis de partida, es que las tareas físicas y física-cognitiva, mejorará las puntuaciones de los test cognitivos, así como que la tarea que implica aspectos físico-cognitivos producirá más beneficios que la tarea únicamente física.

4. EN QUÉ LE BENEFICIARÁ:

Los beneficios que puede obtener, estarán enfocados a la utilización por parte del docente, tanto de Educación Física, como de otras áreas curriculares, de una metodología innovadora, que favorezca no solo un incremento de la aptitud física, sino de la cognitiva, y pueda repercutir esta en diferentes aspectos como el rendimiento académico, personal, social, entre otros.

5. QUÉ RIESGOS TIENE:

Las tareas en sí mismas carecen de riesgos más allá de los propios de una clase normal de Educación Física. En prevención de posibles problemas físicos, se realizará previa tarea un calentamiento para la activación fisiológica y psicología de los participantes, así como una vuelta a la calma, que favorezca la normalización fisiológica y psicológica de cara a la vuelta al aula con total normalidad.

6. SITUACIONES ESPECIALES QUE DEBEN SER TENIDAS EN CUENTA:

Previa realización de la tarea se tendrán en cuenta las posibles circunstancias excepcionales de los alumnos, tales como enfermedades, indisposiciones o cualquier otra que impida la realización de la misma.

7. OTRAS INFORMACIONES DE INTERÉS (a considerar por el/la profesional)
No se encuentran más informaciones de interés.

8. OTRAS CUESTIONES PARA LAS QUE LE PEDIMOS SU CONSENTIMIENTO

Además, sería imprescindible que en algunas sesiones se tomen algunas FOTOGRAFÍAS Y GRABACIONES EN VIDEO, que no serán difundidas ni publicadas en ningún foro, sino que serán consideradas como instrumentos de recogida de información en la Universidad para un análisis más exhaustivo de todo el proceso.

ANEXO IV. Consentimiento informado estudio 3.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,, con DNI:.....

DECLARO:

Haber sido informado/a del estudio y procedimientos de la investigación del Proyecto titulado: “**Incidencia del tipo de actividad física en las funciones ejecutivas en jóvenes deportistas**”.

Los investigadores que van a acceder a mis datos personales y a los resultados de las pruebas son: **Dr. D. Francisco Alarcón López, el Dr. D. Alberto Castillo Díaz** y Doctorando **D. José Ángel Medina Cascales**.

Asimismo, he podido hacer preguntas del estudio, comprendiendo que me presto de forma voluntaria al mismo y que en cualquier momento puedo abandonarlo sin que me suponga perjuicio de ningún tipo.

CONSIENTO:

1.-) Someterme a las siguientes pruebas exploratorias (en su caso):

- Al Test Self Assessment Manikins (SAM) para medir las reacciones emocionales desde una perspectiva dimensional.

- Al Task Load Index (NASA-TLX), para evaluar la carga mental.

- Al Delis–Kaplan Executive Function System (D-KEFS), para medir una variedad de funciones ejecutivas verbales para adultos.

- Al Test Stroop para evaluar el control inhibitorio.

- A la Escala de inteligencia de Wechsler para adultos-IV (WAIS-IV), y dentro de esta a las pruebas de Memoria de trabajo, concretamente al Test de Letras y números.

- Al Test (30-15 IFT), para determinar la condición física de manera indirecta.

2.-) El uso de los datos obtenidos según lo indicado en el párrafo siguiente:

En cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, le comunicamos que la información que ha facilitado y la obtenida como consecuencia de las exploraciones a las que se va a someter pasará a formar parte del fichero automatizado INVESOCIAL, cuyo titular es la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN ANTONIO, con la finalidad de INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA EN LAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO CIENCIAS SOCIALES, JURÍDICAS, DE LA EMPRESA Y DE LA COMUNICACIÓN. Tiene derecho a acceder a esta información y cancelarla o rectificarla,

dirigiéndose al domicilio de la entidad, en Avda. de los Jerónimos de Guadalupe 30107 (Murcia).
Esta entidad le garantiza la adopción de las medidas oportunas para asegurar el tratamiento
confidencial de dichos datos.

En Guadalupe (Murcia) a de de 20

El investigador,

Fdo:.....

Fdo:.....

ANEXO V. Información consentimiento informado estudio 3.**DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA SUJETOS SOMETIDOS A ESTUDIO
(HOJA INFORMATIVA)****1. EN QUÉ CONSISTE Y PARA QUÉ SIRVE:**

Consiste en la realización de unos test cognitivos antes y después de unas intervenciones físicas, donde se va progresivamente incrementando la carga mental en los diferentes componentes de las funciones ejecutivas.

La investigación tiene como utilidad el dar respuesta a la influencia del nivel de complejidad de la tarea y a la carga mental sobre los componentes ejecutivos. Entendiendo funciones ejecutivas como capacidades cognitivas superiores que controlan el comportamiento dirigido a una meta adecuando las respuestas ante tareas que implican diferente grado de novedad o complejidad.

2. COMO SE REALIZA:

Los participantes, serán divididos aleatoriamente en seis grupos, y todos ellos realizarán idénticas tareas, pero en diferente orden. El procedimiento consiste en completar unos test cognitivos y seguidamente realizar una tarea física con una carga mental determinada referida a la inhibición, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, para a continuación incrementar dicha carga mental elevando la tasa de cada uno de los componentes ejecutivos, y nada más terminar ambas se volverá a rellenar de nuevo idénticos test cognitivos. Cada una de las tareas tendrá una duración de 3 minutos, lo que supone un total de 6 minutos de actividad física entre test cognitivos.

3. QUÉ EFECTOS LE PRODUCIRÁ:

La hipótesis de partida, es que el incremento progresivo de la carga mental de los diferentes componentes ejecutivos, beneficiará las puntuaciones de los test cognitivos, y de manera significativa el componente ejecutivo concreto que se ha incrementado

4. EN QUÉ LE BENEFICIARÁ:

Los beneficios que puede obtener, estarán enfocados a la utilización por parte del entrenador y de los propios jugadores, los cuales pueden servir para implementar una metodología innovadora, que favorezca no solo un incremento de la aptitud física, sino también cognitivo, y pueda repercutir esta en diferentes aspectos referidos al rendimiento deportivo.

5. QUÉ RIESGOS TIENE:

Las tareas en sí mismas carecen de riesgos más allá de los propios de un entrenamiento habitual. En prevención de posibles lesiones físicas, se realizará previa tarea un calentamiento para la activación fisiológica y psicología de los participantes.

6. SITUACIONES ESPECIALES QUE DEBEN SER TENIDAS EN CUENTA:

Previa realización de la tarea se tendrán en cuenta las posibles circunstancias excepcionales de los alumnos, tales como enfermedades, indisposiciones o cualquier otra que impida la realización de la misma.

7. OTRAS INFORMACIONES DE INTERÉS (a considerar por el/la profesional)

No se encuentran más informaciones de interés.

8. OTRAS CUESTIONES PARA LAS QUE LE PEDIMOS SU CONSENTIMIENTO

Además, sería imprescindible que en algunas sesiones se tomen algunas FOTOGRAFÍAS Y GRABACIONES EN VIDEO, que no serán difundidas ni publicadas en ningún foro, sino que serán consideradas como instrumentos de recogida de información en la Universidad para un análisis más exhaustivo de todo el proceso.

ANEXO VI. Pruebas estadísticas.

Con la intención de describir y/o aclarar la utilización de las diferentes pruebas estadísticas empleadas en los cálculos del presente trabajo, se ofrece una breve explicación de cada una de ellas.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO.✓ **Medidas de tendencia central:**

Media: Es el centro de gravedad de la distribución.

Mediana: Es el valor que se encuentra en el centro de la distribución.

✓ **Medidas de dispersión:**

Varianza: Es la media aritmética de los cuadrados de las distancias entre los datos observados y la media.

Desviación estándar: Es la raíz cuadrada de la varianza y tiene las mismas unidades que los datos. Es la desviación que presentan los datos en su distribución con respecto a la media aritmética de dicha distribución.

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.

La correlación es la relación medible matemáticamente mediante un número que representa la intensidad de la relación. Su objetivo es explorar la existencia de la relación particular estadísticamente significativa entre las dos variables, es decir, si los cambios en una son consistentes en la otra; conocer si la relación es positiva o negativa; cuantificar el grado de significación estadística de la relación, es decir, la confianza (estadística) relacionada con dicha relación; averiguar que parte de la variación de una variable es explicada por la otra.

- ✓ *Análisis de la varianza (ANOVA) de medidas repetidas:* Si tiene tres o más categorías, la comparación de medias se realizan a través de un modelo matemático más general, el Análisis de la Varianza (ANOVA). Sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Esta prueba estadísticas requiere ciertos requisitos previos: la distribución Normal de la variable cuantitativa en los grupos que se comparan y la homogeneidad de la varianza en las poblaciones de las que procede los grupos. Es una extensión del diseño de bloques, en el que el sujeto sustituye al bloque y actúa de control propio. Con este formato, los sujetos de la muestra reciben todos los tratamientos y

repiten medidas o registros de respuesta. Asimismo, la comparación de los tratamientos es intra-sujeto.

- ✓ *Coefficiente de correlación de Pearson*: Se refiere al grado de parecido o variación conjunta existente entre dos o más variables de naturaleza numérica. Es un índice que mide el grado de covariancia entre distintas variables relacionadas linealmente, sus valores absolutos oscilan entre 0 y 1. Es independiente de la escala de medida de las variables.
- ✓ *T-Student para muestras relacionadas*: El análisis de comparación de medias entre dos grupos relacionados se lleva a cabo por el test t de Student. El procedimiento calcula las diferencias entre los valores de las dos variables de cada caso y contrasta si la media difiere de 0.
- ✓ *Prueba de Wilcoxon*: prueba no paramétrica para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. Se utiliza como alternativa a la prueba t de Student cuando no se puede suponer la normalidad de dichas muestras.

