



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**Práctica de actividad física y deporte y sus
beneficios en los procesos cognitivos durante
la adolescencia.**

TESIS

Para obtener el título de
Licenciada en Psicología

PRESENTA

Yunahui Aparicio Sánchez

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Maura Jazmín Ramírez Flores

SINODALES

Dra. Gabriela Orozco Calderón

Mtra. Hilda Paredes Dávila

Lic. Asucena Lozano Gutiérrez

Dra. Ma. Del Carmen Verónica Alcalá Herrera



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

Resumen.....	1
Capítulo 1 Antecedentes.....	2
1.1 Definición, características y clasificación de la actividad física.....	2
1.2 Medición de la actividad física.	9
1.3 Beneficios de la práctica de actividad física.	10
1.4 Procesos cognitivos y actividad física.	23
1.5 Generalidades de la adolescencia.	23
1.6 Efectos de la actividad física en los procesos cognitivos durante la adolescencia.	36
1.7 Ciencias del deporte.	39
Capítulo 2 Metodología.....	47
2.1 Planteamiento del problema.	47
2.2 Justificación.	47
2.3 Pregunta de investigación.....	49
2.4 Objetivo General.....	49
2.4.1 Objetivos Específicos.....	49
2.5 Hipótesis.....	49
2.6 Variables	50
2.7 Diseño de investigación.....	51

2.8 Método	51
2.8.1 Participantes.....	51
2.8.2 Instrumento	53
2.8.3Análisis estadístico	53
Capítulo 3 Resultado	54
Capítulo 4 Discusión	66
Conclusiones	73
Limitaciones	74
Sugerencias	74
Referencias	76

Agradecimientos

Las palabras suelen no ser suficientes para expresar amor o agradecimiento, esta ocasión lo haré brevemente. A las primeras personas que quiero agradecer son a mis padres, a mi papá por ser un ejemplo de fortaleza, por darle a mi vida los momentos más felices, por su apoyo y amor en todo momento. A mi mamá por enseñarme lo que es el amor incondicional, por brindarme una paz en mi alma sin necesidad de palabras.

A mi hermana, que en cada etapa que hemos pasado me ha enseñado que alguien puede ser totalmente diferente a uno, aprender de ello y sentir que siempre habrá alguien a tu lado con quien contar.

A Lina, mi nana, por ser en mi vida una luz, que me iluminó desde mis primeros años y lo sigue haciendo en cada momento a pesar de la distancia.

Gracias a mis dos amigas que se han convertido en hermanas. Ana, gracias por confiar en mí siempre, por darme ánimo y ser un ejemplo de gratitud y bondad. Ale, sabemos que no hay palabras para expresar lo conexión que tú y yo tenemos, gracias por ser mi persona en este mundo.

Nid, el Universo cruzó nuestros caminos en este ciclo, gracias por motivarme a terminar, por escucharme sin cansancio y por las nuevas cosas que nos esperan.

A mis amigas de la facultad (Matla, Mabe) por compartir tantas experiencias durante estos años y por la amistad más allá de la carrera.

Quiero agradecer también a la Dra. Maura, por la gran paciencia que me tuvo en todo este proceso, por enseñarme y orientarme cuando uno se desviaba del camino. Gracias por permitirme desarrollar esta investigación.

Agradezco a mis sinodales que contribuyeron a mejorar la investigación.

AXÉ

RESUMEN

La actividad física (AF) es toda acción motriz que ocasiona un gasto calórico, desde movimiento corporal realizado en la vida cotidiana, hasta exigentes sesiones de entrenamiento, incluyendo ejercicio físico (EF) y deporte; el ejercicio físico es una actividad planificada, estructurada, repetitiva y realizada con el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la aptitud física, a diferencia del deporte, que se caracteriza por ser lúdico con motricidad más compleja y su finalidad es superar una marca o adversario, regido por instituciones oficiales y reglas estandarizadas. Se ha comprobado los beneficios de la práctica de ejercicio físico y deporte en el funcionamiento cerebral, sin embargo datos estadísticos mundiales señalan que durante el periodo de la adolescencia este tipo de prácticas disminuyen. La adolescencia es una etapa de desarrollo cerebral importante, donde existe la estimulación de procesos cognitivos como atención y memoria, y consolidación del funcionamiento ejecutivo. Algunos estudios señalan que el ejercicio impacta de manera favorable a nivel cerebral, pero pocos de ellos se centran en conocer el impacto que la actividad física tiene a nivel neuropsicológico en adolescentes y especialmente en aquellos deportistas que no son de alto rendimiento. El principal objetivo de esta investigación fue comparar el funcionamiento neurocognitivo específicamente en atención y memoria entre adolescentes de 15 a 19 años de edad que realizan ejercicio físico o deporte, comparado con un grupo de adolescentes sedentarios. Participaron 45 sujetos, divididos en 3 grupos, el grupo sedentario (adolescentes que no practicaban ninguna AF), grupo ejercicio físico (incluía zumba, gimnasio y correr) y grupo deporte (incluía gimnasia, halterofilia y atletismo). Los resultados muestran que la AF, tanto EF como deporte impacta de manera favorable el proceso atencional y funciones ejecutivas, mientras que para generar un impacto en la memoria se requiere de una AF más específica como es el deporte, por lo que se sugiere continuar con el estudio del impacto de la AF a nivel neuropsicológico para conocer de qué manera la AF puede servir y ayudar la estimulación de los procesos cognitivos.

Capítulo 1. Antecedentes

1.1 Definición, Características y Clasificación de la Actividad Física.

Dentro de la literatura las definiciones de actividad física (AF) son muy similares y no se han modificado drásticamente con el tiempo, por ejemplo, Caspersen et al., (1985) la define como todo movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que ocasiona un gasto de energía que dependerá de la masa muscular implicada, de las características de dicho movimiento, de la intensidad, duración y frecuencia de las contracciones musculares. Devis (2000), define AF como cualquier movimiento corporal intencional, realizado con los músculos esqueléticos, que resulta en un gasto de energía y en una experiencia personal, lo que nos permite interactuar con los seres y el ambiente que nos rodea. Para Devis al hablar de actividad física es necesario conjuntar tanto la dimensión biológica, personal y sociocultural. Por su parte, instituciones como la CONADE (2003) menciona que la AF es toda acción motriz que ocasiona un gasto calórico, incluye el movimiento corporal realizado en la vida cotidiana de cualquier persona, hasta las exigentes sesiones de entrenamiento. De igual forma, la OMS (2015) nos dice que la AF es todo conjunto de movimientos corporales producidos por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía.

Como se observa, las definiciones de actividad física coinciden en que es todo movimiento corporal que ocasiona un gasto energético, estos dos conceptos son los más representativos, puesto que sin movimiento no hay actividad y al realizar una actividad que requiere un aumento de ritmo cardíaco y frecuencia respiratoria implicará un gasto energético (National Center Disease, 2015). Este gasto energético se mide a través del equivalente metabólico (MET), que es la razón entre el metabolismo de una persona durante la realización de un trabajo y su metabolismo basal. Un MET se define entonces, como el costo energético de estar sentado tranquilamente y es equivalente a un consumo de 1 kcal/kg/h (OMS, 2015).

Es importante considerar que el gasto energético también se ve afectado por diferentes variables, como: edad, sexo, tamaño, composición corporal, factores genéticos, temperatura ambiente, entre otras (Buskirk *et al.*, 1971).

De esta manera la AF se presenta en todas las actividades de la vida cotidiana como trabajar, caminar, quehaceres domésticos, subir escaleras, desplazamiento, hasta ejercicios con un entrenamiento de mayor planeación (López, González de Cossio & Rodríguez, 2006), tareas más organizadas y repetitivas como el ejercicio físico y las actividades de carácter competitivo como los deportes (Gauvin et al., 1994 & Shepard, 1995).

Como ya mencionaba Carpersen en su definición, la AF tiene ciertas características, a las cuales actualmente se le conocen como los 4 atributos que permiten caracterizar y medir la actividad física:

- **Frecuencia**, la cantidad de sesiones de AF que realiza un individuo expresado en número de veces que se es activo (al día, en una semana, mes o año).
- **Duración**, periodo que duran las sesiones de AF expresada en unidad de tiempo por lo general en minutos. La frecuencia y la duración, permite el cálculo del gasto energético ya sea en un día o a la semana.
- **Intensidad**, Cantidad de energía requerida para realizar la AF, suele subdividirse en: *leve, moderada e intensa*.

Con estos 3 atributos podemos decir que en promedio para las actividades físicas moderadas se considera una frecuencia de 3 sesiones por semana y una duración entre los 30 y 60 minutos por sesión. Mientras que las actividades físicas intensas deben de tener una frecuencia de 3 a 6 sesiones por semana y una duración mínima de 60 minutos por sesión (CONADE, 2003).

- **Tipo de AF**, la cual se refiere a los distintos modos de AF que pueden realizarse a lo largo de un día, en el trabajo o el estudio, tiempo libre, hogar y en el desplazamiento (Bauman, Phongsavan, Schoeppe & Owen, 2006).

Así la actividad física puede ser categorizada de varias maneras, de acuerdo a los atributos de tipo o intensidad. Partiendo del atributo de intensidad y dependiendo de la cantidad de gasto calórico generado, se clasifica en:

- **Ligeras**, aquellas actividades que se realizan frecuentemente en las tareas diarias, caracterizadas por ser muy poco vigorosas, teniendo mínimos cambios en la frecuencia cardiorrespiratoria. Y dentro de un programa físico podían servir de

preparación psicológico para promover la adhesión a actividades físicas más intensas. El gasto calórico suele ser menor de 3 METs.

- **Moderadas**, son el tipo de actividad que aumenta el ritmo cardíaco (abarca del 60-70% máxima), la temperatura corporal y la frecuencia respiratoria. Se experimenta una respiración más fuerte y rápida, así como la presencia de sudoración. El consumo calórico es de 3 a 6 veces mayor (3-6 METs).
- **Vigorosas/Intensas**, Este tipo de actividades físicas sólo se recomiendan para personas que cuentan con una condición física previa. Abarca del 70 al 80% de la frecuencia cardíaca máxima. Los trabajos de fuerza poseen una orientación hipertrófica (aumento significativo de la masa muscular) y son de considerable exigencia, requiere modificar y regular aspectos nutricionales con trabajos de recuperación, siendo el gasto calórico es 6 veces mayor (>6 METs) (CONADE, 2003).

Considerando el atributo de tipo de AF, Bouchard et al., (1990) distingue los siguientes ámbitos: tareas físicas relacionadas con las actividades domésticas; tareas físicas relacionadas con la educación física, tareas físicas relacionadas con el ocio y la recreación, entre las que incluyen el deporte, los juegos, las danzas y el ejercicio físico. En esta misma línea Shepard (1994) clasifica las AF en: actividad laboral, tareas domésticas, educación física, y actividades de tiempo libre (ejercicio físico, deporte, baile y juegos).

De manera más estructurada y detallada Bauman, Phongsavan, Schoeppe & Owen, (2006) categorizan los tipos de AF de acuerdo al contexto en el que se produce, dando como resultado 3 tipos:

- **En el trabajo**, involucran actividades dentro del trabajo que implican una aceleración importante de la respiración y/o el ritmo cardíaco, exigencia de un esfuerzo físico como levantar peso, cavar, trabajo de construcción, durante por lo menos 10 minutos. Se tiene en cuenta cuantos días a la semana y cuánto tiempo en horas y minutos invierte en dicha actividad.

- **En el desplazamiento**, comprenden el tiempo que se dedica al desplazamiento de un lugar a otro, como ir al trabajo, al colegio, la universidad, de compras, al mercado, entre otros. Ésta depende del medio de transporte (caminar, bicicleta, transporte público/privado) que las personas utilicen y la frecuencia y la duración.
- **En el tiempo libre**, son todas las actividades que las personas realicen en su tiempo de ocio, actividades extracurriculares, en las cuales la intensidad puede ser variable. Dentro de estas actividades se incluye al ejercicio físico y el deporte.

Definición Ejercicio Físico y Deporte

Caspersen, Powell & Christenson (1985) observaron que a pesar de que actividad física, ejercicio físico y buen estado físico no es lo mismo, comúnmente suele confundirse o usarse como sinónimo, es importante mencionar que el ejercicio físico es una subcategoría de la AF, al igual que el deporte, por lo cual cada uno tiene una definición diferente, como se observa en el Cuadro 1.

Concepto	Definición
<i>Actividad Física</i>	Todo conjunto de movimientos corporales producidos por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía (OMS, 2015).
<i>Ejercicio Físico</i>	Subcategoría de la actividad física, planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física. (Caspersen, Powell, Christenson, 1985) (OMS, 2015).
<i>Estado físico</i>	Subconjunto de atributos que las personas tienen o adquieren y que están relacionados con la habilidad para desempeñar actividades físicas (Caspersen, Powell, Christenson, 1985).
<i>Deporte</i>	Subcategoría de la AF, especializada de carácter competitivo, que requiere de entrenamiento físico y que generalmente se realiza a altas intensidades. Además, está reglamentado por instituciones y organismos estatales o gubernamentales (Wilmore & Costill, 1995 citado en Robles, 2011).

Cuadro 1. Conceptos relacionados con la actividad física, (Piedad, 2009).

Se asume entonces que el ejercicio físico consiste en una forma de AF relacionada con el ocio: no se incluye por tanto la AF asociada al trabajo, a las labores domésticas, ni tampoco la AF relacionada con el deporte de competición. El ejercicio físico puede clasificarse como aeróbico o cardiovascular y el anaeróbico o de fuerza. En el ejercicio aeróbico (“con el oxígeno”) se refiere al empleo de oxígeno en el metabolismo del cuerpo o en el proceso de generación de energía. Por lo general se realiza a una intensidad moderada durante amplios periodos de tiempo, donde el movimiento del cuerpo es constante, utiliza grupos musculares grandes, puede ser mantenida de forma continua y es de naturaleza rítmica, son actividades como caminar, correr, nadar e ir en bicicleta. La medida estándar para valorar el nivel fitness cardiovascular es el consumo máximo de oxígeno (VO₂ max), el cual nos permite determinar la condición física a nivel cardiovascular y respiratorio. (Jiménez, 2005). En cambio, en el ejercicio anaeróbico o de resistencia muscular se realizan contracciones musculares. Normalmente no es continuo, requiere de pausas de descanso y se realizan con movimientos repetitivos realizados por grupos musculares específicos, mejorando la potencia y aumentando la masa muscular, por ejemplo el ejercicio de resistencia y el ejercicio con peso (EUFIC, 2016).

Por su parte el deporte, es también una subcategoría de la actividad física dentro del tiempo de ocio, pero definirlo resulta más complejo, es evidencia de un fenómeno sociocultural y educativo (Paredes, 2002). Olivera (2006), menciona que aunque ha habido una gran cantidad de intentos por parte de asociaciones del deporte, autores de renombre y de organizaciones académicas internacionales, para definir el concepto, éste por su complejidad simbólica, realidad social y cultura, resulta en una variedad de definiciones.

Sin embargo entre la variedad de las definiciones se identifican características similares que se mantienen constantes como: *Juego*, carácter lúdico en todo deporte, *Situación motriz*, implican ejercicio físico y motricidad más compleja. *Competición*, superar una marca o adversario (s). *Reglas*, reglas codificadas y estandarizadas. *Institucionalización*, está regido por instituciones oficiales (federaciones, etc) (Hernández, 1994).

Aunque existe una subdivisión de los deportes de acuerdo al campo de referencia, su clasificación, al igual que su definición, es compleja y existe una gran variedad, el sociólogo Michel Bouet (1968) por ejemplo, desarrolla una clasificación en referencia al

tipo de vivencia que el deporte practicado proporciona al individuo, distinguiendo 5 grupos, como se observa en el Cuadro 2.

	Definición	Ejemplos
Deportes de Combate	Se caracteriza por centrar la atención en una confrontación física entre competidores.	Artes marciales, lucha olímpica, box.
Deportes de balón o pelota	Se caracteriza por centrar la atención de los competidores en un balón más que en el adversario.	Football, basquetbol, voleibol, hockey waterpool
Deportes atléticos o gimnásticos	La atención en este tipo de deportes se centra en el propio cuerpo del atleta.	Atletismo, gimnasia, natación
Deportes en la naturaleza	Caracterizados por centrar la atención en vencer obstáculos en determinados contextos naturales.	Canotaje, esquí, vela
Deportes mecánicos	La atención se centra en el control de máquinas como prolongación del rendimiento físico.	Ciclismo Motociclismo Automovilismo

Cuadro 2. Clasificación del deporte según Bouet (1968).

Por su parte Durand (1968), establece una clasificación con una orientación pedagógica, distinguiendo 4 grupos, como se observa en el Cuadro 3.

	Definición	Ejemplos
Deportes individuales	Se caracterizan por el hecho de poner al deportista solo frente al obstáculo que ha de vencer (aparato, elemento o adversario).	Natación, atletismo, gimnasia, halterofilia, etc
Deportes colectivos	Los sujetos deben de integrarse en una acción de grupo. En todos ellos se encuentran puntos en común: oposición de equipo, interés centrado en un mismo objetivo que se debe de finalizar (en cesto, meta,) reglas precisas de acción, sancionadas por la presencia en el terreno de un árbitro que interviene de manera directa en el juego.	Baloncesto, fútbol soccer, fútbol americano, rugby, voleibol, etc.
Deportes de combate	Confrontaciones entre dos personas de manera más o menos directa.	Lucha, box, judo, esgrima, etc.
Deportes al aire libre	Las actividades dentro de esta categoría se desenvuelven en un ambiente natural. La diferencia principal con los que son en un medio artificial son que las dificultades a vencer, las oposiciones son elementos naturales montaña, nieve, agua, viento.	Alpinismo, escalada, espeleología, náutica, etc.

Cuadro 3. Clasificación del deporte según Durand (1968).

Independientemente de la clasificación del deporte, es necesario enfatizar que si bien es un proceso sistematizado, que cuenta con normas, reglas y lineamientos; es medible por medio de tiempo y de marcas; el deporte es una actividad que tiene una repercusión indirecta y directa en el desarrollo global de la persona, donde el contexto lúdico debe de ser uno de los objetivos principales a alcanzar, ya que desde su origen su finalidad es disfrutar y gozar la práctica deportiva.

Además de que el deporte busca, el desarrollo físico, es decir, el máximo desarrollo corporal como es la estatura, peso, capacidad vital pulmonar, la circunferencia torácica y la fuerza de los distintos grupos musculares, busca también un desarrollo psicológico, en el cual la persona tenga un dominio de sí mismo y libere sus tensiones, un desarrollo social, donde el individuo se integre con sus iguales y participe activamente, aportando nuevas experiencias para lograr el bien común, busca el desarrollo intelectual y buscar alternativas para la mejora y las soluciones más viables ante los problemas teniendo estrategias de acción.

1.2 Medición de la Actividad Física

La AF puede medirse por medio de autoinformes, cuestionarios, entrevistas y encuestas (Welk, 2002). Como alternativa se incluyen agendas o registros de AF, donde la información sobre todas las formas de actividad se registra cada día. A estos métodos se les conoce como medidas subjetivas y se han desarrollado instrumentos como los siguientes:

- **IPAQ (Cuestionario Internacional de Actividad Física).** Se desarrolló en Ginebra en 1998, existen estudios de confiabilidad y validez en 12 países, por lo cual se aprobó en muchos de ellos su utilización para investigaciones de prevalencia en AF (Craig, Marshall, Sjostrom, Bauman, Booth, Ainsworth, 2003). El cuestionario se divide en 4 dominios (trabajo, transporte, actividades en el hogar y tiempo libre), donde se interroga la frecuencia y duración de la práctica de AF por más de 10 minutos: en actividades moderadas y vigorosas.

- **GPAQ (Cuestionario Global de Actividad Física)** Es un instrumento con validación internacional, al igual que el IPAQ, tiene en cuenta varios elementos: La intensidad, la frecuencia, la duración y el tipo de AF en diferentes dominios y también evalúa la AF realizada mínimo durante 10 minutos en el trabajo, transporte o desplazamientos, tiempo libre y el comportamiento sedentario.

Otros métodos de medición de la AF conocidos como medidas objetivas incluyen mediciones más directas y fisiológicas, como la medición del estado físico (evaluaciones directas o indirectas del consumo máximo de oxígeno, pruebas de estado físico) y la medición del gasto energético usando un calorímetro (Welk, 2002)

Es importante tener presente que cuando se valora el nivel de AF, con fines de promoción de la salud no sólo se debe valorar los aspectos biológicos intrapersonales, sino también la interacción de las habilidades, el conocimientos y las actitudes individuales, con factores distantes como los ambientes sociales, políticos y culturales, como lo señala el enfoque sociológico (Sallis & Owen, 1999 citado Flores, Ruiz & García, 2009).

1.3 Beneficios De La Práctica De Actividad Física

Beneficios Fisiológicos

Al hablar de actividad física y sus beneficios, encontramos en la literatura una estrecha relación entre los conceptos de AF y calidad de vida, por lo que la AF se puede vincular con perspectiva preventiva y terapéutica. En la actualidad, y desde diferentes ámbitos, se recomienda insistentemente a la población la práctica regular de AF, como elemento favorecedor de estilos de vida saludables (como se observa en la figura 1), así como para prevenir diferentes trastornos y enfermedades, propias de un estilo de vida sedentario, sobre todo en adultos.

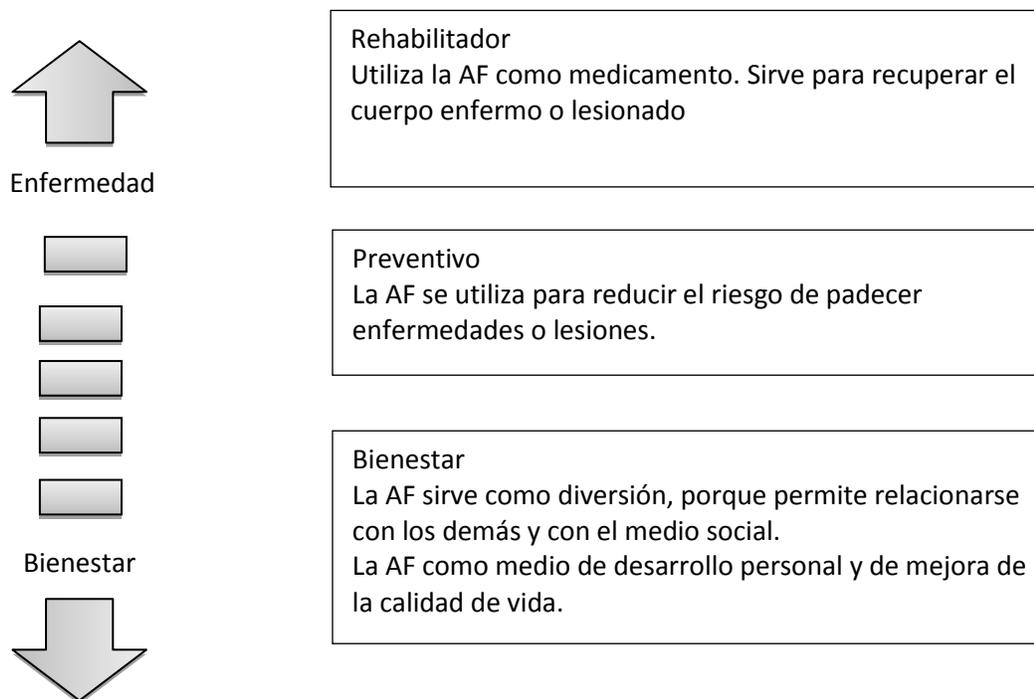


Figura 1. El papel de la AF en relación con la salud (Zaragoza, 2002).

En general la actividad física es importante por los efectos positivos que causan sobre la mejora de la salud, incrementando la capacidad funcional, aumentando los años de vida activa independiente, mejorando la calidad de vida de las personas (Gómez, Monteiro, Cossio-Bolaños, Fama, & Zanesco, 2010), lo que lleva a considerar que un aumento en el nivel de la actividad parece tener un fuerte impacto positivo en la disminución de la morbilidad y eventualmente en la muerte de la población.

Estudios epidemiológicos han demostrado una fuerte relación entre la inactividad física y la presencia de factores de riesgo como hipertensión arterial, resistencia a la insulina, diabetes, dislipidemia y obesidad (Lakka, Laaksonem, Laaka, Mäninikö, Niskanen, 2003 citado en Gómez, Monteiro, Cossio-Bolaños, Fama, Zanesco, 2010). En la literatura diversos estudios clínicos epidemiológicos han sustentado que la práctica regular de a AF, es un importante factor para la prevención y tratamiento de estas enfermedades cardiovasculares, por ejemplo existe una relación inversa entre AF, índice de masa corporal, razón cintura cadera y circunferencia de la cintura, lo que reduce el peso corporal (Shai, Schwarzfuchs, Henkin, Shahar, 2008).

Los beneficios se observan con la práctica de ejercicio aeróbico principalmente, aunque en los últimos años se ha explicado más sobre el ejercicio anaeróbico y los efectos beneficiosos que genera.

Beneficios del ejercicio aeróbico

- El corazón se hace más fuerte: el músculo del corazón se refuerza y se hace más grande, mejora su eficacia de bombeo y reduce el ritmo cardiaco en reposo.
- Aumenta el número de glóbulos rojos en el cuerpo, para facilitar el transporte de oxígeno a todas las partes del cuerpo.
- Mejora la respiración: los músculos implicados en la respiración se refuerzan, para facilitar el flujo del aire dentro y fuera de los pulmones.
- Mejora la salud muscular: Estimula el crecimiento de pequeños vasos sanguíneos capilares en el músculo. Esto ayuda a que el cuerpo sea más eficiente a la hora de entregar el oxígeno al músculo, ayuda a mejorar la circulación general y a reducir la tensión arterial y además elimina residuos metabólicos molestos del músculo como el ácido láctico.
- Pérdida de peso: Combinado con una dieta sana y un entrenamiento de fuerza apropiado, el ejercicio aeróbico puede ayudar a perder peso.
- El ejercicio aeróbico en el que se ejercitan los músculos, como caminar, puede reducir el riesgo de osteoporosis y sus complicaciones. Los ejercicios aeróbicos como la natación y el ciclismo, pueden ayudar a las personas con artritis a mantenerse en forma, sin ejercer una presión excesiva sobre las articulaciones.
- Mejora el sistema inmunológico: La gente que hace ejercicio físico regularmente es menos susceptible a enfermedades virales como catarros y gripe.
- Aumenta la resistencia: El ejercicio puede hacernos sentir cansados a corto plazo, por ejemplo durante y justo después de realizar el ejercicio, pero a largo plazo aumenta la resistencia y reduce la fatiga (EUFIC, 2016).

Beneficios ejercicio anaeróbico

Si se realiza correctamente, el entrenamiento de fuerza puede proporcionar ventajas significativas y mejorar la salud y el bienestar aumentando la fuerza, la dureza y la resistencia del hueso, del músculo, de los tendones y de los ligamentos. También puede mejorar el funcionamiento de las articulaciones, reducir la probabilidad de que se produzcan heridas como resultado de músculos débiles, mejora la función cardíaca y elevar el colesterol HDL (lipoproteína de alta densidad), el cual se conoce como colesterol “bueno” para el funcionamiento adecuado del cuerpo. Además ayuda a disminuir el riesgo de osteoporosis y a aumentar la coordinación y el equilibrio (EUFIC, 2016).

Beneficios Psicológicos Y Sociales

El Instituto Nacional de la Salud Mental de Estados Unidos informa que de manera general, existe un consenso respecto a los beneficios de la AF como función preventiva en la salud psicológica. En la mayoría de las investigaciones se considera a la actividad física como un aliado en los procesos de intervención, siendo una modalidad reconocida de tratamiento (Blumenthal, 1999), disminuyendo los niveles de depresión, ansiedad y estrés (Dunn et. al., 2001; Paluska & Schwenk, 2000).

Y aunque de manera menos difundida la AF puede también tener otras ventajas psicológicas y sociales en la salud. Por ejemplo, la participación de los individuos en un deporte o en un ejercicio físico, puede ayudar a construir una autoestima más sólida (Sonstroem, 1984), una auto-imagen positiva de sí mismo entre las mujeres (Markland & Inlgedew, 2007) y una mejora de la calidad de vida entre niños y adultos. El ser físicamente activo puede también reducir las conductas auto-destructivas y antisociales en la población joven (Canton & Sánchez, 1997).

Actividad Física y Ansiedad

Numerosos estudios atribuyen al ejercicio físico y a la práctica deportiva habitual un efecto tranquilizante o de relajación y por lo tanto la capacidad para reducir el estado de ansiedad, en todas las edades y tanto en hombre como en mujeres. Autores clásicos como Fominaya & Orozco (1998) describen los efectos psicosomáticos del ejercicio, dentro de ellos encontramos efectos positivos como agente tranquilizador. Estos autores, concluyen que el ejercicio físico habitual, tanto agudo como crónico, de intensidad moderada o vigoroso, está asociada con una reducción del estado de ansiedad y sus síntomas fisiológicos tanto en personas sanas como aquellas que presentan sintomatología.

Los mecanismos por los que el ejercicio físico reduce la ansiedad no están todavía del todo claros. Se habla de la implicación tanto de mecanismos fisiológicos como psicológicos.

a) Mecanismos fisiológicos

- Incremento de los péptidos opiáceos, las endorfinas (principalmente las beta, leuencefalinas y dinorfina) que pueden reducir el dolor y producir una sensación de euforia (Harbor & Sutton, 1984; Sharkey, 2000).
- El incremento de la eficacia y de la respuesta a hormonas tales como la insulina (Sharkey, 2006).

b) Mecanismos psicológicos

- Mejora el estado de ánimo (Harbor & Sutton, 1984; Fominaya & Orozco, 1998; Sharkey, 2000).
- Mejora el autoestima (Biddle & Mutrie, 1991; Blaso, 1994; Márquez, 1995; Van Amersfoort, 1996; Sharkey, 2000).
- Mejora el equilibrio emocional (Van Amersfoort, 1996).
- Mejora de la capacidad de autocontrol (Van Amersfoort, 1996).

Desde el punto de vista del tratamiento, se han comparado la eficacia del ejercicio físico aeróbico frente al tratamiento farmacológico (tranquilizantes menores o ansiolíticos), llegando a la conclusión que el ejercicio físico es tan eficaz en la reducción de la ansiedad como la administración de estos fármacos (De Vries & Adams, 1972; De Vries, 1987). Además el ejercicio no parece alterar la biotransformación del fármaco, por lo que es compatible la administración del mismo con el ejercicio físico (Van Amersfood, 1996).

En un estudio inicial se evaluó mediante test, la ansiedad antes y después de someter a un grupo de personas sanas y enfermas, a una práctica de ejercicio físico aeróbico durante unas semanas (4-6 semanas, 7-10 semanas, más de 15 semanas). Dando como resultado en la evaluación posterior al ejercicio, que la ansiedad se ha reducido en estas personas (Martinsen, Sandvik & Kolbjonsrud, 1989; Sexton, Maere & Dahl, 1989), y los efectos sobre la reducción de la ansiedad eran más consistentes a medida que los programas del ejercicio físico se alargaban en el tiempo, estableciéndose el periodo de 10 semanas como el tiempo mínimo para conseguir resultados en la reducción de la misma (Petruzzello & Landers, 1994; Petruzzello, 1995).

En otro estudio, Martinsen, Hoffart & Solber (1989) analizaron el efecto del ejercicio aeróbico y anaeróbico en el tratamiento de trastornos de ansiedad, llegando a la conclusión de que ambos tipos de ejercicio, realizados de forma crónica, disminuyen la ansiedad, aunque los datos sobre el efecto del ejercicio anaeróbico no están tan contrastados como los del ejercicio aeróbico. La evidencia empírica apunta a que mientras la reducción en ansiedad ocurre con los tipos de actividad anaeróbicos y aeróbicos, efectos más grandes se han encontrado con la actividad física sostenida por 30 minutos o más tiempo (Long & Stavel, 1995). Otros estudios exponen sobre la capacidad del ejercicio físico para reducir la tensión muscular. Por ejemplo, deVries (1981) observó que los niveles de tensión neuromuscular, medidos electromiográficamente, se reducían de manera significativa después de series de ejercicios intensos. La magnitud de los cambios electromiográficos (EMG) referidos a lo largo de un periodo de veinte años oscilaba entre el 25 y el 58%. Respecto a cuánto dura el efecto tranquilizador del ejercicio físico. Reglin & Morgan (1987) observaron que el estado de ansiedad se reducía durante dos horas después de la serie de ejercicios, mientras que los sujetos que estaban en una situación de descanso-

control volvían a los niveles basales en el plazo de 30 minutos. Otro estudio evaluó a hombres y mujeres antes y al cabo de 45 minutos de un ejercicio aeróbico, y en él se observó que ambos géneros experimentaban disminuciones significativas de los niveles del estado de ansiedad inmediatamente después del ejercicio, pero que estos volvían a sus valores anteriores después de transcurrido un periodo de 4-6 horas (Seeman, 1978). Al cabo de 24 horas, los niveles medio de los estados de ansiedad eran idénticos a los valores anteriores a la sesión de ejercicios. Estos hallazgos sugieren que el ejercicio regular diario puede reducir la ansiedad y evitar la aparición de una ansiedad crónica.

Actividad física y Depresión

Los mecanismos por los que el ejercicio físico reduce depresión son similares a los de la reducción de la ansiedad e igualmente hablamos de mecanismos fisiológicos y psicológicos.

a) Mecanismos fisiológicos

- Incremento de los péptidos, opiáceos endógenos, endorfinas (Harbor & Sutton, 1984; Sharkey, 2000).
- Incremento de las catecolaminas, tanto de la dopamina como de la serotonina y norepinefrina (Jones & Smith, 1980; Dienstbier, 1984; Harbor & Sutton, 1984).
- Incremento del flujo sanguíneo y oxigenación del sistema nerviosos central (Meyers & Schade, 1972; Friedlander, 1981).

b) Mecanismos psicológicos

- Mejora del estado de ánimo (Harbor & Sutton, 1984; Fominaya & Orozco, 1988; Sharkey, 2000).
- Mejora de la imagen corporal (Van Amersfoort, 1996).
- Mejora la autoestima (Biddle & Mutrie, 1991; Márquez, 1995; Sharkey, 2000).
- Mejora el equilibrio emocional (Van Amersfoort, 1996).

Márquez (1995) menciona que los beneficios psicológicos del ejercicio pueden utilizarse no sólo en la prevención de la depresión leve o moderada, sino, también, en la severa, como complemento de la medicación. Existen estudios que comparan la eficacia del ejercicio físico aeróbico frente a los fármacos antidepresivos (Blumenthal, 2000). Los resultados muestran que el ejercicio físico aeróbico puede ser tan eficaz como los antidepresivos en el tratamiento de la depresión y que además no interfiere en la acción farmacológica, por lo que ambas terapias pueden ser compatibles (Fominaya & Orozco, 1988). Así el ejercicio físico puede ser una alternativa eficaz en el tratamiento antidepresivo en pacientes que presentan contraindicaciones que les impide tomar estos medicamentos (Blumenthal, 2000). Por ejemplo en un estudio publicado en *Archives of Internal Medicine* (2005) se ordenó a 156 pacientes deprimidos que hicieran un programa de ejercicios aeróbicos, que tomaran el inhibidor selectivo de la receptación de serotonina (sertralina) o realizaran ambos tratamientos. A las 16 semanas 60% a 70% de los pacientes en los tres grupos había dejado de tener depresión mayor. Esto sugiere que para aquellas personas que necesitan o desean evitar el consumo de fármacos, el ejercicio podría ser sustituto aceptable de los antidepresivos.

Además del papel preventivo y terapéutico de la AF en relación con trastornos de depresión y ansiedad, debemos añadir el orientado al bienestar. Aquí, la AF se considera un elemento de desarrollo personal y social, independientemente de su utilidad para la rehabilitación o prevención de trastornos (Devís, 2001). Se ha sugerido aunque con menos investigaciones al respecto, que el ejercicio físico puede contribuir a prevenir y modificar conductas adictivas y otros comportamientos perjudiciales como la conducta antisocial, ayudando a desarrollar un estilo de funcionamiento basado en el compromiso, la perseverancia, el optimismo, la cooperación. Existe un acuerdo en reconocer el elevado potencial socializador del deporte favoreciendo el respeto a las normas, de los roles individuales y las reglas sociales, reforzar la autoestima, el auto concepto, el sentimiento de identidad y la solidaridad Ramírez (2003).

Teixeira y Kalinoski (2003) indican que el deporte y el ejercicio físico pueden ser un instrumento poderoso de transformación social y que existe en él un elemento importante para el desarrollo de los individuos. Concluyen que la práctica del deporte es saludable,

puede utilizarse como un antídoto a los vicios, delincuencia y a la violencia de cualquier tipo. Además los valores culturales, las actitudes sociales y los comportamientos individuales y colectivos aprendidos en el marco de las actividades deportivas, vuelven a encontrarse en otros campos de la vida, como el trabajo y las relaciones familiares.

Beneficios Psicofisiológicos y Cognitivos

El sistema nervioso evolucionó paralelo a la capacidad de movimiento del ser humano (Ducassou Varela, A. 2006), por lo que ciertamente la actividad física puede tener un impacto positivo en el funcionamiento cerebral. Esta relación entre AF y cerebro inicia desde hace bastante tiempo, pero gracias a las nuevas técnicas de neuroimagen y estudios principalmente en modelos animales y humanos desde la década del 2000 han permitido ir comprobando los beneficios de la AF también a nivel neuropsicológico.

Estudios realizados en animales y humanos muestran que el ejercicio físico libera un gran número de sustancias que regulan cambios estructurales y funcionales en el cerebro. La mayoría de estos cambios se inician a nivel molecular con la liberación de un gran número de sustancias como respuesta al ejercicio y que modulan algunos de los procesos cognitivos involucrados en la mejoras cognitivas observadas con la AF. Se ha observado que el ejercicio cardiovascular estimula en humanos la neurogénesis y sinaptogénesis en zonas relacionadas con la formación de memoria y la regulación del estrés como por ejemplo el hipocampo.

Otras adaptaciones supramoleculares estimuladas por el EF tienen un impacto en células cerebrales humanas, como las células gliales (astrocitos) que alimentan y estructuran el tejido neuronal que benefician el proceso de plasticidad del cerebro, aumentando la resistencia al daño en el cerebro y mejora el aprendizaje y el rendimiento mental (Cotman, Berchtold, 2002).

Otro de los cambios que se observan tanto en modelos animales, como en modelos humanos es el aumento en la concentración de neurotransmisores como la serotonina, dopamina, adrenalina y noradrenalina. El grupo de sustancias que más se ha investigado en

relación con el ejercicio físico son los factores neurotróficos como el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), el factor de crecimiento insulínico tipo 1 y el factor de crecimiento vascular endotelial. Dichas sustancias son fundamentales en procesos cognitivos relacionados con el aprendizaje, atención, memoria y funciones ejecutivas.

Thayer (1994) planteó, que una vez que se ha demostrado la capacidad del cerebro para modificar sus conexiones interneuronales en caso de envejecimiento o daño cerebral, la denominada plasticidad, es importante conocer el papel del ejercicio en la mejor de las funciones cerebrales. Estudios en ratones, demostraron que la AF aumentaba la secreción de BDNF. El factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), mejora la supervivencia de las neuronas tanto in vivo como in vitro, además, puede proteger al cerebro frente a la isquemia y favorece la transmisión sináptica. Este autor se centró en conocer la relación entre el BDNF y el ejercicio, concluyendo que la AF provoca que el músculo segregue IGF-1 un factor de crecimiento similar a la insulina, que entra en la corriente sanguínea, llega al cerebro y estimula la producción del factor neurotrófico derivado del cerebro. Específicamente en el ser humano el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) es una proteína de la familia neurotransmisores de factores de crecimiento (Knaepen, Goekint, Heyman & Meeusen, 2010) y actúa en el sistema nervioso central y sistema nervioso periférico promoviendo el desarrollo de neuronas inmaduras y ayudando a la supervivencia de las neuronas adultas (Huang & Reichardt, 2001) y está involucrado en la formación de memoria, aprendizaje, plasticidad y la conectividad cerebral, las expresiones de este factor se localizan en el hipocampo, amígdala, septum y núcleos del tracto solitario (Knaepen, Goekint, Heyman & Meeusen, 2010).

Utilizando el modelo humano, Miller (2000) estudió el comportamiento y desempeño académico de estudiantes de cuarto grado que llevaban a cabo una intervención de una caminata de 10 minutos durante un periodo de seis semanas. Los resultados demostraron una mejoría en el comportamiento comparados con un grupo control, y el desempeño académico lo igualó, aun cuando el grupo de control pudo disfrutar de 10 minutos más de clase cada día. Por su parte Winter et al. (2006), en su estudio con hombres entre 19-27 años de edad, observaron que la realización de dos carreras de 3 minutos a una alta intensidad aceleraba el aprendizaje verbal y mejoraba la retención de vocabulario a largo

plazo. En este estudio hubo un aumento en la concentración de BDNF después de un ejercicio de alta intensidad (2 carreras de 3 min), lo que correlacionó con una mejora en el aprendizaje a corto plazo (1 semana), mientras que los niveles de dopamina y epinefrina se relacionaron con una mejora a largo plazo (8 meses) en memoria verbal, principalmente en aprendizaje de nuevo vocabulario. En general se ha observado que el BDNF es un mediador de beneficios a largo plazo en el cerebro debido a que los mecanismos que inducen expresiones de genes BDNF, como el ejercicio mejora el aprendizaje (Cotman & Berchtold, 2002).

Juan Francisco Marco Becerro (2003), vicepresidente de la Federación de Medicina Deportiva, explica que la razón de los beneficios cognitivos que se observan, es por la mayor producción del factor neurotrópico derivado del cerebro, provocada por la llegada del factor de crecimiento IGF-1. Estos hallazgos le atribuyen también a la AF un papel neuropreventivo en enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer, Parkinson y Huntington.

Por este papel neuropreventivo de la AF muchas de las investigaciones se han centrado en los beneficios en la población de la tercera edad. En un estudio transversal Erickson, Voss, Prakash, Basak & Szabo (2011) demostraron que en personas de edad avanzada existe una asociación directa entre el nivel de fitness cardiovascular y el volumen del hipocampo. En un estudio posterior, los mismos autores demostraron que 12 meses de ejercicio cardiovascular son suficientes para producir un aumento del volumen del hipocampo (2.12%) en sujetos con una edad media de 60 años en comparación con ejercicios de estiramiento y tonificación, los cuales no producen dichos cambios. Este aumento del hipocampo se asoció a una mejora de la memoria espacial.

Otros estudios con sujetos de edad avanzada han demostrado que el ejercicio cardiovascular también puede mejorar la eficiencia de los patrones de activación en áreas como el córtex cingulado anterior así como la conectividad entre diversas áreas corticales frontales, posteriores y temporales. Investigadores de la Universidad de Illinois observaron en un grupo de voluntarios que durante 60 años habían llevado una vida sedentaria, luego de una caminata rápida y sostenida de 45 minutos durante 3 veces a la semana, habían logrado mejorar sus habilidades mentales, las cuales suelen declinar con la edad.

Por su parte el efecto del entrenamiento de la fuerza muscular sobre la cognición ha mostrado una relación entre la pérdida de fuerza muscular y el riesgo de demencia, mostrando un impacto positivo del aumento de la fuerza muscular en la memoria y las funciones cognitivas (memoria a largo plazo, inteligencia, concentración y atención). Algunos autores ilustran el efecto beneficioso de un programa de AF en la capacidad funcional de las personas con Enfermedad de Alzheimer (Rolland, Pillard & Klapouszczak, 2007)). Del mismo modo, el ejercicio parece tener un efecto beneficioso sobre las funciones ejecutivas de las personas mayores diagnosticadas con Enfermedad de Parkinson (Tanaka, Quadros & Santos, 2009).

Estos beneficios cognitivos no se limitan solamente a personas de la tercera edad. Existe evidencia de que los procesos cognitivos en niños, que practican una actividad física de manera sistemática son mejores que los procesos de niños que son sedentarios. Dichos beneficios se han encontrado también en adolescentes y en la población adulta.

Sibley & Etnier (2002) hacen un meta-análisis concluyendo que existe una relación positiva entre actividad física y desempeño cognitivo en niños de edad escolar (4-18 años de edad), en las siguientes categorías: habilidades perceptuales, CI, test verbales, memoria, habilidades matemáticas y rendimiento académico.

Por ejemplo, hay estudios que han investigado los efectos de la AF sobre la memoria en niños. Uno de estos estudios comparó los efectos de una sesión de 40 minutos de ejercicio tipo circuito o de juegos de equipo sobre la memoria verbal a largo y corto plazo en niños de 11 y 12 años. Los resultados mostraron que la memoria verbal a corto plazo mejoró solamente con los juegos de equipo, mientras que la memoria a largo plazo mejoró tanto después del ejercicio en circuito como con los juegos de equipo (Drobnic, 2013). Aberg et al. estudiaron la relación entre fitness cardiovascular, la inteligencia y rendimiento escolar en más de un millón de individuos a la edad de 18 años. Los resultados de este estudio demostraron que el nivel de fitness cardiovascular estaba asociado con el rendimiento académico e inteligencia. En cambio, los valores de fuerza, no tenían correlación con los resultados académicos o los de inteligencia general.

Un número más reducido de estudios han analizado la relación entre el nivel de fitness y las características estructurales del cerebro en niños. Por ejemplo Chaddock, Pontifex, Hillman & Kramer (2011), observaron que niños con edades comprendidas entre los 9 y 10 años con unos niveles de VO₂ max elevados mostraban un hipocampo y ganglios basales de mayor volumen comparado con niños con niveles de fitness cardiovascular más reducidos. Estudios similares relevan una correlación directa entre el volumen de estas dos áreas del cerebro y el rendimiento en tareas que requerían memoria visual y funciones cognitivas de ejecución y control, que realizan procesos de inhibición y actualización de la información así como de la memoria de trabajo. Esto sugiere que la AF modula la relación entre la estructura y función del cerebro en desarrollo (Drobnic, 2013).

En la población juvenil y adulta se han encontrado resultados similares. Un estudio de caso realizado con una paciente diestra de 20 años de edad, quien participo en un programa de entrenamiento deportivo de adaptación a la práctica del atletismo con duración de 15 sesiones y que enfatizó en actividades de: activación fisiológica, aumento de la resistencia y velocidad física, estiramiento y flexibilidad corporal. Con base en la evaluación Neuropsicológica Pretest y Postest realizadas a través del Esquema de diagnóstico neuropsicológico (Ardila & Ostrosky-Solis, 1996). La práctica deportiva se asoció a efectos neuropsicológicos tales como disminución de las dificultades en funciones motoras, significativa mejoría en la función de reconocimiento somato-sensorial, leve mejoría en las habilidades para el reconocimiento viso-espacial y viso-perceptual, mejora en las tareas que relacionan las funciones de conocimiento auditivo y lenguaje, aumento de la capacidad para el desarrollo de procesos cognitivos, ligera mejoría en el área de la lectura, mantenimiento de habilidades adquiridas en relación con el área de escritura y ligera mejoría de la habilidad para el cálculo (Sánchez, 2010).

En otra investigación realizada por el doctor Kubota de la Universidad de Handa (Japón), presentado en el congreso anual de la Sociedad Americana de Neurociencias (2002), con 7 jóvenes sanos sedentarios a los cuales se les aplicó un protocolo evaluación cognitiva, antes de someterlos a un programa de entrenamiento físico, el cual consistía en correr moderadamente por 30 minutos, 3 veces a la semana, durante 3 meses, al cabo de ese tiempo se les evaluó nuevamente. Los resultados mostraron mejoras en atención, control

inhibitorio y memoria de trabajo. También se observó que el consumo de oxígeno aumentaba paralelamente a las puntuaciones de los tests, que el mantenimiento de un flujo constante de sangre y oxígeno, preserva las funciones cognitivas. Kubota señala que el hecho de que las mejoras se perdieran al interrumpir la AF, indica que lo que se requiere para el desarrollo intelectual es la continuidad en el ejercicio físico.

Todos estos mecanismos que inducen el aumento de BDNF, por el ejercicio, mejoran el aprendizaje (Cotman & Berchtold, 2002). Así los diversos trabajos han demostrado que la práctica de ejercicio físico puede mejorar funciones cognitivas como memoria, atención, praxias y tiempos de reacción (Miles & Hardman, 1998; Laurin, Verreault, Lindsay, MacPherson & Rockwood, 2001 citados Antunes, Santos, Cassilhas, Santos, Bueno & Mello, 2006), aunque aún no está esclarecido cuales tareas cognitivas son más sensibles a la AF.

1.4 Procesos Cognitivos y Actividad Física

ATENCIÓN

La atención no es un proceso unitario, sino un sistema funcional complejo, dinámico, multimodal y jerárquico que facilita el procesamiento de la información, seleccionando los estímulos pertinentes para realizar una determinada actividad sensorial, cognitiva y motora. Por tanto, consiste en la focalización selectiva hacia un determinado estímulo, filtrando, desechando e inhibiendo las informaciones no deseadas. Para llevar a cabo cualquier proceso cognitivo es necesario que se produzca previamente cierto grado de selección de los estímulos que acceden al sistema nervioso, mediante la puesta en juego de los mecanismos atencionales (Portellano, 2005).

Son diversos los criterios a lo largo del tiempo que se han utilizado para clasificar los tipos de atención existentes, una de las divisiones más actuales y usadas es la de Ardila & Ostrosky (2012) especificando 6 tipos: orientación, atención enfocada, atención sostenida, atención selectiva, atención alternada y atención dividida

La orientación es aquella que nos permite establecer el nivel de conciencia y estado general de activación. Es la conciencia de sí mismo con relación a sus alrededores. Requiere de una confiable integración de la atención, percepción y memoria. La atención enfocada es la habilidad de responder específicamente a estímulos visuales, auditivos o táctiles, filtrando en su medio ambiente los estímulos relevantes de los irrelevantes. Por su parte la atención sostenida, se refiere a cuando una tarea requiere una persistencia atencional durante un período relativamente largo, se define como la habilidad para mantener una respuesta conductual consistente durante una actividad continua y repetitiva. Algunos tipos de atención sostenida requieren niveles altos de vigilancia, pero pocas respuestas. La atención selectiva alude al proceso por el cual se le da prioridad a algunos elementos sobre otros. Es la habilidad para elegir los estímulos relevantes para una tarea, evitando la distracción por estímulos irrelevantes. La atención dividida, es aquella que está siempre sujeta a una multitud de procesos y de estímulos potenciales. Involucra la habilidad para responder simultáneamente a tareas múltiples o a demandas múltiples de una tarea. Esto quiere decir que se requiere realizar simultáneamente más de un tipo de tarea o procesar también simultáneamente múltiples estímulos. La calidad de la ejecución en tareas múltiples y simultáneas depende de qué tan automáticas son las tareas. Mientras que la atención alternada, se refiere a la capacidad de tener flexibilidad mental que permite a los individuos cambiar su foco de atención y moverse entre tareas que tiene diferentes requisitos cognitivos, por tanto, se controla la información que será atendida selectivamente. Implica cambiar los focos de atención de un estímulo al otro (Ardila & Ostrosky, 2012).

Neuroanatomía de la atención

A nivel neurológico son diversas las estructuras que se han relacionado directamente con el proceso de atención, entre ellas encontramos el sistema reticular, los colículos superiores, núcleo pulvinar del tálamo, cíngulo anterior, región posterior del lóbulo parietal y los lóbulos frontales (Téllez, 2002).

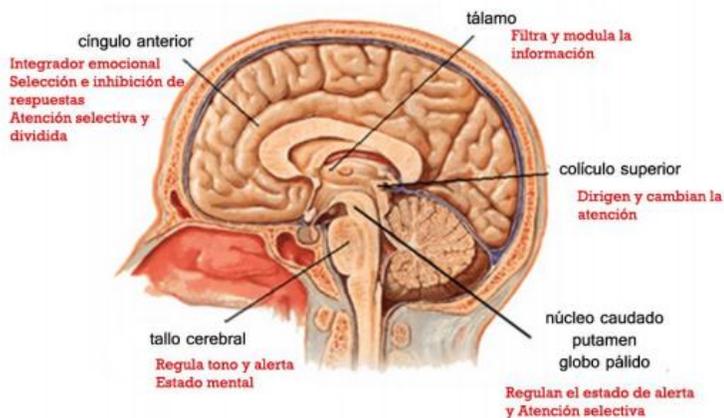


Figura 2. Áreas implicadas en el proceso de atención (Orozco, 2011).

La formación reticular (FR) se encuentra en el centro de tallo cerebral, se asocia con el mantenimiento de un estado de alerta en las personas. Una activación de la FR provoca un estado de vigilia y alerta, es la responsable, de la atención sostenida, ya que de ella depende el grado en que el cerebro se encuentre alerta y atento. Gracias a esta estructura cerebral, el cerebro se alista para recibir información y posteriormente brindar una respuesta (Banich, 1997)

Por su parte los colículos superiores brindan una aportación a la atención en la modalidad visual. Su función se asocia con el control del movimiento ocular y de llevar los estímulos externos al campo visual (Banich, 1997). El núcleo pulvinar del tálamo es la estructura que regula la atención selectiva, mientras que el giro del cíngulo anterior es la estructura que participa incorporando un contenido emocional a la información recibida (Télez, 2002).

Las áreas corticales como la corteza prefrontal está directamente relacionada con algunas funciones de la atención voluntaria y la conciencia Luria (1984), considera que el lóbulo frontal juega un papel fundamental en el control voluntario de la atención, mientras que el lóbulo parietal participa en el procesamiento y uso de los aspectos espaciales de la atención, es un mapa que orienta y dirige a la atención hacia los estímulos que intenta localizar. En sujetos normales, la atención dirigida al campo izquierdo activa más la corteza parietal derecha, mientras que la atención dirigida al campo visual derecho activa más la corteza

parietal izquierda como el derecho. Existe, por tanto, una asimetría atencional en el lóbulo parietal que confiere la mayor importancia al hemisferio derecho (Portellano, 2005).

Por su parte Posner & Rothbart (2007), proponen de acuerdo a su modelo la intervención de tres sistemas de neurotransmisión: acetilcolina, noradrenalina y dopamina, cuyas alteraciones también tiene repercusiones y alteraciones y enfermedades neurológicas.

FUNCIÓN	ESTRUCTURA	NEUROTRANSMISORES
Orientación	Parietal superior, unión temporoparietal y campos visuales frontales.	Acetilcolina
Alerta	Locus Coeruleus, corteza frontal y corteza parietal derecha.	Noradrenalina
Atención	Cíngulo anterior	Dopamina

Cuadro 4. Sistemas de neurotransmisión (Ardila & Ostrosky, 2012).

Neurodesarrollo de la atención

La atención involuntaria comienza a desarrollarse en las primeras semana de vida. Conforme el individuo avanza de edad, esa atención involuntaria hace que éste desarrolle capacidades orientadoras e investigativas en la manipulación de los objetos.

Mientras el ser humano pasa por las etapas de la infancia hasta la adolescencia, se desarrolla el proceso de la atención. A medida que un niño desarrolla su control motor, su percepción es más selectiva y su capacidad atencional se incrementa, lo que le permite dirigir su atención hace tareas relevantes: por ende, se perfecciona su capacidad para centrarse en múltiples rasgos o características por ello la flexibilidad atencional se amplía con la edad (Cohen, 2014).

MEMORIA

La memoria es una función que permite registrar, codificar, consolidar, retener, almacenar, recuperar y evocar la información previamente almacenada (Portellano, 2005).

El proceso cognitivo de la memoria se compone de tres fenómenos básicos: el registro o codificación, almacenamiento y evocación (Téllez, 2002).

Registro o codificación, se refiere a la estrategia cognoscitiva que usamos con la información que llega a nuestro cerebro. Estas estrategias cognoscitivas pueden implicar el análisis, la síntesis, la categorización, la relación con la información previa, etc. Está bien establecido que la forma en que se codifique la información influye en la duración de la retención. Se ha comprobado que la información con significado se retiene con más facilidad que la información sin significado (Salmon & Butters, 1987 citado en Téllez, 2002).

Almacenamiento, es la retención de la información en los diferentes sistemas de memoria. En cuanto a la temporalidad o duración del almacenamiento, se la ha descrito como memoria a corto plazo y memoria a largo plazo. En lo que se refiere a las características propias de la información almacenada, encontramos la memoria visual, auditiva, cinestésica, espacial, emocional y semántica (Téllez, 2002).

Evocación, se refiere a los mecanismos y estrategias de recuperación de la información que se encuentran en los sistemas de almacenamiento del cerebro. Ahora se sabe que el lóbulo frontal es muy importante en el proceso de la evocación y que cualquier daño en esta región afecta el proceso de recuperación selectiva de la información (Téllez, 2002).

En cuanto a la clasificación Purves et al. (2008) menciona que la memoria puede ser analizada desde categorías cualitativas, memoria declarativa o procedimental. O analizadas desde una categoría temporal, memoria a corto plazo y memoria a largo plazo.

La memoria a corto plazo está relacionada con la evocación de la información inmediatamente después de su presentación e incluye a la memoria sensorial, la cual almacena una gran cantidad de información que llega a un órgano sensorial particular y se retiene por breves instantes (segundos) (Baddeley, Eysenck & Anderson, 2010).

Existen dos efectos que se presentan en este tipo de memoria. El efecto de primacía y recencia. En la MCP, cuando se le da a una persona una lista de palabras para que la recuerde libremente en cualquier orden, se observa que tiende a recordar con más frecuencia las primeras palabras, lo que se le llama efecto de primacía. También tiende a recordar las últimas de la lista, lo que se denomina efecto de recencia. Las palabras localizadas en medio de la lista son las que tienden a olvidarse más a menudo. Sin embargo, cuando después de dar la lista se pone una tarea de interferencia, el efecto de recencia desaparece, por lo que se cree que el efecto de recencia pertenece a la MCP, y el de primacía a la memoria a largo plazo (Bigler, Rosal, Schultz, Hall & Harris, 1989).

La memoria a largo plazo se refiere a la evocación de la información después de un intervalo durante el cual la atención se ha enfocado en otras tareas. La capacidad de almacén de esta memoria no tiene un límite conocido (Baddeley, 2003).

A su vez cada una de estos tipos de memoria se subdividen.- La memoria sensorial en, memoria icónica, que es de tipo visual y se refiere al fenómeno de posimagen que ocurre inmediatamente después de ver un objeto y la memoria ecoica de origen auditivo y dura una décima de segundo (Téllez, 2002).

La memoria a corto plazo incluye a la memoria de trabajo, Baddeley (1996) propone que la memoria de trabajo tiene tres componentes: el ejecutivo central, el búfer visoespacial y el bucle fonológico (sistemas esclavos). El ejecutivo central es un sistema de capacidad limitada que es responsable tanto de ofrecer la conexión entre los sistemas esclavos y la memoria a largo plazo. El componente visoespacial, maneja información visual relacionada con la forma y el color, está mediada por occipitales y frontales. El componente fonológico es un sistema que tiene dos subcomponentes: un almacén de información (capaz de retener información por un periodo de dos segundos) acoplado con un proceso central articulatorio, éste último proceso se refiere a la articulación subvocal que ocurre cuando leemos, reforzando el trazo de memoria cuando se ensaya (Baddeley, 2000).

Neuroanatomía de la memoria

Los estudios experimentales, así como los clínicos en humano resaltan entre las estructuras cerebrales relacionadas con la memoria, hipocampo, tálamo, amígdala del lóbulo temporal, cuerpos mamilares y al cerebelo (Vázquez, 2005; Purves, LaMantia, McNamara, 2001).

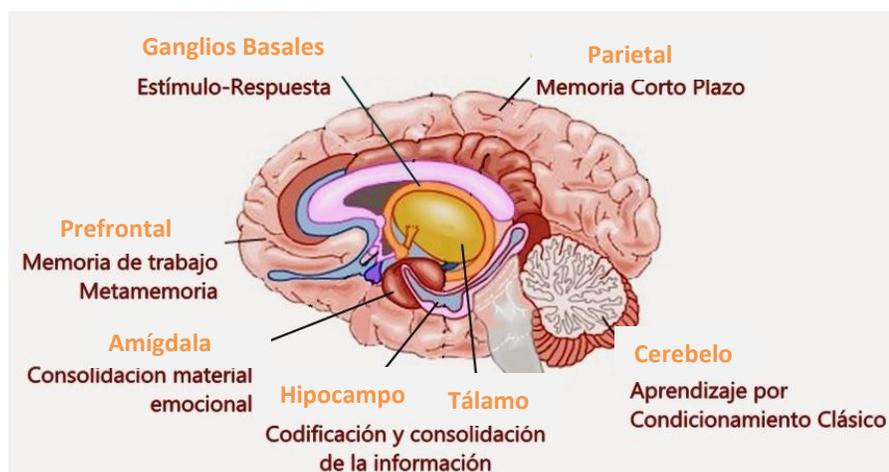


Fig. 3. Áreas implicadas en el proceso de memoria (Solís & Hernández, 2009).

El hipocampo participa en la consolidación de la memoria, en el paso de MCP a MLP. La región hipocampal es importante en la adquisición de nueva información. Es el sitio que permite establecer las asociaciones perceptuales complejas que finalmente se almacenarán en la MLP. La amígdala se le ha asociado con el papel de dar valor emocional a la información percibida y posteriormente memorizarla. Y el diencefalo está formado por dos estructuras el tálamo y en hipotálamo, las alteraciones por daño en el diencefalo muestran dificultad para aprender cosas nuevas (amnesia anterógrada) (Téllez, 2002).

Por su parte los neurotransmisores implicados en la memoria son, dopamina, acetilcolina y glutamato. Las hormonas, cortisol y adrenalina secretadas por la glándula suprarrenal.

La dopamina está relacionada con la modulación de la memoria de trabajo, la acetilcolina con la memoria a largo plazo, debido a que éste neurotransmisor se encuentra concentrado principalmente en la región cerebral responsable de la consolidación de la información: (Singh & Stauth, 1997) y el glutamato está implicado en la sinapsis del fenómeno de

memoria llamado potenciación a largo plazo, en la vía entorrino-hipocampal (Enberg & Bonhoeffer, 1999).

Una sobreproducción de cortisol interfiere con la función de los neurotransmisores del cerebro, esto dificulta almacenar nueva información e incluso acceder o evocar información almacenada. Y la adrenalina es efectiva para la memoria si se administra o produce poco después de la experiencia de aprendizaje y en dosis moderadas. Las dosis pequeñas no tiene efecto alguno; las dosis mayores tienen un efecto en “U” invertida. La interpretación es que para que se consolide la información es necesario cierto grado de activación (Téllez, 2002).

Neurodesarrollo de la memoria

La mayoría de la gente puede recordar su continuo de experiencias o memorias episódicas de manera más sólida a partir de los 5 o 6 años de edad. Al olvido de los primeros años de vida se le ha llamado en la literatura “amnesia de la infancia”. Las investigaciones más actuales explican que la evolución psicológica del niño atraviesa por varios estadios de diferente organización y complejidad, y la capacidad de memorizar y recordar cambia cualitativamente durante estos estadios, por ejemplo se ha pensado que existe una forma temprana de memoria explícita, la cual depende del hipocampo. A medida que el bebé entra en la segunda mitad de su primer año de vida, la maduración del hipocampo, junto con el desarrollo del córtex que le rodea hace posible la aparición de la memoria explícita (Nelson, Thomas & De Hann, 2006).

1.5 Generalidades De La Adolescencia

La adolescencia es una de las transiciones más importantes en la vida, se caracteriza por un ritmo acelerado de crecimiento y de cambios, definiéndose entonces como la etapa entre la niñez y la edad adulta, que cronológicamente inicia por cambios puberales y se caracterizan por transformaciones biológicas, psicológicas y sociales. Es además de un período de adaptación a cambios corporales, también una fase de grandes determinaciones hacia una mayor independencia psicológica y social, además de los cambios físicos y hormonales hay un desarrollo dramático en la identidad, consciencia de sí mismos, flexibilidad cognitiva,

formación de la personalidad y aumento en las capacidades mentales e intelectuales (Pineda, 2002).

En la actualidad la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) establece la adolescencia como la etapa comprendida entre los 10 a 19 años de edad. Para fines operativos ha sido caracterizada en dos grupos: Adolescencia temprana (de 10 a 14 años) y Adolescencia tardía (de 15 a 19 años). Estas dos etapas presentan características propias. La *adolescencia temprana* o pubertad se caracteriza por el rápido desarrollo físico, un crecimiento de estatura y anchura, aparecen los caracteres sexuales primarios y secundarios. Debido a este crecimiento acelerado hay una desarmonía en las proporciones. En lo que se refiere a la vida mental empieza el pensamiento abstracto y cierta sistematización de ideas y en lo social el adolescente busca de manera constante la pertenencia al grupo. Conforme va avanzado la edad el adolescente va reincorporando la armonía en las proporciones corporales, teniendo un mayor dominio sobre su cuerpo. Su maduración mental se refleja en la consecución de un alto desarrollo de la capacidad intelectual, existiendo ya una capacidad para el pensamiento abstracto y al mismo tiempo una mayor reflexión, aunque aún se observa una falta de objetividad, tiende a presentarse una confusión entre lo real y lo ideal.

En la *adolescencia tardía* o juventud existe un mayor equilibrio, la maduración física llega a su plenitud al igual que se alcanza una maduración mental y afectiva. El joven consigue un autodomínio de sus sentimientos, emociones e imaginación, logrando tener menos distracciones en el ámbito intelectual, alcanzando la capacidad de reelección sobre valores abstractos e ideas, teniendo un dominio de análisis y de síntesis. Alcanza una coherencia lógica, opina con objetividad por lo que comienza a tener su propia postura de pensamiento, en lo social supera la timidez y hay una mayor adaptación social, comienzan a tener intereses profesionales y decisiones sobre la vida que desea llevar.

Desarrollo Normotípico De La Adolescencia

Los cambios que ocurren en la adolescencia pueden agruparse en biológicos (dentro de los cuales entran los cambios cognitivos) y psicosociales.

Psicosociales

Dentro de los cambios psicosociales de la infancia a la adolescencia se encuentran, búsqueda de identidad, necesidad de independencia, tendencia grupal, evolución del pensamiento concreto-abstracto, búsqueda de proyecto de vida e inestabilidad emocional (Pineda & Aliño, 2002). Por la transición el niño, se encuentra en una crisis de identidad, se empieza a hacer cuestionamientos sobre quién es él y qué es lo que tiene que ser. El conocimiento de su propia identidad permite al adolescente conocer por primera vez toda una serie de posibilidades personales que ignoraba llevándolo a la autoafirmación de quien es y de su personalidad (Castillo, 2001).

Las metas a conseguir por los adolescentes en esta etapa son, adaptarse a los cambios corporales, afrontar el desarrollo sexual y los impulsos psicosexuales, establecer y confirmar el sentido de identidad, sintetizar la personalidad, independizarse y emanciparse de la familia y adquirir un sistema de valores respetuoso con los derechos propios y ajenos. Se ha observado que la práctica de algún deporte o ejercicio físico contribuye a este desarrollo social, fomentando la autoconfianza, interacción social e integración haciendo más fácil la adopción de comportamientos saludables como evitar el consumo de tabaco, alcohol y drogas (OMS, 2016).

Biológicos - Cognitivos

Los cambios se inician por una secuencia de desarrollo madurativo regulado por factores neuroendocrinos y hormonales, que actúan bajo control genético e influjo ambiental. Los esteroides sexuales impulsan el gran crecimiento somático, característico de este periodo, aumentando la secreción de hormona de crecimiento. Siendo el estradiol la principal hormona responsable de la maduración ósea en ambos sexos (Lee & Houk, 2007; Castrol et. al., 2007).

El desarrollo se da por un crecimiento corporal (aumento de peso y estatura), cambios de dimensiones corporales, aumento de masa y de fuerza muscular, aumento de la capacidad de transportación de oxígeno, maduración de los pulmones, corazón, maduración cerebral,

cambios en los procesos endocrino-metabólicos, desarrollo sexual, maduración de órganos sexuales y aparición de caracteres sexuales secundarios.

De manera general se menciona que la práctica de AF durante la adolescencia ayuda al desarrollo sano del aparato locomotor, sistema cardiovascular, aprender a controlar el sistema neuromuscular y mantener un peso saludable (OMS, 2016).

Por su parte los cambios cognitivos se asocian a los cambios cerebrales, que permiten la maduración cerebral desde la niñez hasta la adolescencia. Estos procesos son de tipo progresivo y regresivo. Los progresivos se refieren a la proliferación celular, la arborización dendrítica y la mielinización, mientras que los regresivos son, la muerte neuronal (apoptosis), que conlleva una regresión de espinas dendríticas y sinapsis, y la eliminación sináptica selectiva o poda sináptica (pruning) (Sowell, Thomposon, Tessner & Toga, 2001).

La poda sináptica es la eliminación de conexiones que no se usan, las conexiones que sólo se han reforzado débilmente y ya no son funcionales o aquellas que son redundantes con conexiones “fuertes” son eliminadas (Gazzaniga, 2009), esta eliminación está influenciada por factores ambientales y se cree que en gran medida representa al aprendizaje (Craik & Bialystok, 2006). Por su parte la mielinización o fortalecimiento de las sinapsis que se mantienen, mediante el recubrimiento del axón neuronal con una sustancia blanca aislante (mielina) que incrementa la velocidad y la eficacia en la transmisión de los impulsos eléctricos de una neurona a otra, se conservan (Blakemore & Choudhry, 2006). Dentro de los cambios de estos dos procesos encontramos la disminución gradual de la densidad de la materia gris que ocurre después de la pubertad en ciertas regiones del cerebro y un aumento de la materia blanca (Sowell et al., 2001; Gogtay et al., 2004).

Gracias a los estudios con resonancia magnética se ha observado que el aumento de la materia blanca, de la infancia a la adolescencia, sigue un desarrollo lineal, progresivo y constante en ciertas regiones del cerebro, mientras que la materia gris siguen un patrón de desarrollo no lineal, en ciertas etapas su desarrollo es progresiva y en otros momentos regresivo, algunos autores mencionan que sigue una forma de “U” invertida (Blakemore & Choudury, 2006). La reducción en la densidad de la materia gris se observa principalmente

en áreas frontales, específicamente en la corteza frontal dorsal (Gogtay et al., 2004; Sowell et al., 2001).

Gogtay et al., (2004) publicaron un artículo en el que se escaneó a 13 niños cada dos años durante 10 años. Los participantes tenían entre 4 a 21 años. Los resultados muestran que el volumen de materia gris incrementa en los primeros años de vida, seguido de una pérdida que empieza al inicio de la adolescencia, el proceso de maduración (decremento) de la materia gris comienza en la corteza dorso-parietal, particularmente en la área sensoriomotora primaria y se expande de manera rostral hacia la corteza frontal y de manera caudal a las áreas parietales-occipitales y por último en la corteza temporal y corteza prefrontal dorsolateral, hasta el final de la adolescencia.

Esta secuencia en la cual la corteza madura concuerda con el desarrollo funcional cognitivo. Las partes asociadas con funciones básicas maduran primero, áreas motoras y sensoriales, seguidas por las áreas que envuelven tareas de orientación espacial, lenguaje y atención (lóbulo parietal) y posteriormente maduran las áreas relacionadas con funciones ejecutivas, atención y coordinación motora (lóbulo frontal). En este estudio de Gogtay (2004), se observa que el lóbulo temporal sigue un patrón distinto de maduración, la mayor parte del lóbulo temporal madura durante el rango de edad de la muestra (4-21 años). En humanos, la corteza temporal, en particular el surco temporal superior, el giro temporal superior y giro medial temporal, se piensa es el sitio de asociación heteromodal (junto con los cortices prefrontal y parietal inferior) se ha involucrado con la integración de la memoria, asociación visual y funciones de reconocimiento de objetos.

Junto con los cambios estructurales, se observan cambios neuroquímicos, por ejemplo, ciertas neuronas que proporcionan mayores señales de alerta y orientación, señales que ayudan a enfocar la actividad de redes de procesamiento de información dentro de la corteza, se vuelven más complejas. Un conjunto de células que muestran este patrón en la corteza prefrontal son aquellas cargadas con mensajes químicos de dopamina, este neurotransmisor se ha encontrado que es crítico para centrar la atención cuando es necesario elegir entre dos opciones, especialmente cuando el objetivo no es obvio y la decisión se basa en la memoria. Las descargas de dopamina en la corteza prefrontal crecen dramáticamente durante la adolescencia, probablemente represente uno de los mecanismos

neuronales que incrementan la capacidad para un juicio más maduro y control de impulsos (Lambe, Krimer & Goldman-Rakic, 2000). Al inicio de la adolescencia, la señal de recompensa de la dopamina se vuelve especialmente importante en el lóbulo frontal. Desde que el aprendizaje es basado en la recompensa, el adolescente comienza a tener la habilidad de seguir una idea con la finalidad de un objetivo, y no sólo como un simple acto o instinto. Esta modulación dopaminérgica de la corteza prefrontal se ha visto como clave en varios procesos cognitivos, muchos de los cuales maduran en la adolescencia, tales como la memoria de trabajo, control inhibitorio y atención (O'Donnell, 2010).

Respecto a la memoria de trabajo se ha observado que en la modalidad visual proporciona un mecanismo de almacenamiento temporal para la retención y manipulación de información visual que soporta otros procesos cognitivos. Esta habilidad es considerada como esencial para otras funciones cognitivas tales como toma de decisiones, razonamiento complejo y acción dirigida a una meta (Baddeley, 2003).

En el estudio de Heyes, Zokaei & Husain (2016), se evaluó la memoria de trabajo visual a niños entre 7 y 11 años de edad; sus resultados muestran que los ítems que se presentan individualmente o en secuencia de 3, aumentan su recuerdo después de cada dos años en los participantes. Estos resultados sugieren que el recuerdo de los ítems en la memoria de trabajo visual incrementa a mitad de la infancia y la adolescencia temprana.

En otros estudios donde se evalúa la memoria episódica, por ejemplo el realizado por Chen, McAnally & Reese (2013) soporta las constantes teorías respecto a que los pre-adolescentes comienzan a organizar su memoria episódica en una línea del tiempo, pero estos logros no se realizan por completo hasta la adolescencia. De manera general la memoria episódica o autobiografía emerge en los años de preescolar y continúa su desarrollo a mitad de la infancia y se ha encontrado que niños mayores y adolescentes requieren menos indicios para recuperar memorias específicas (Willoughby et al., 2012). La mitad de la infancia y la adolescencia temprana son periodos críticos para desarrollar la habilidad de organizar los recuerdos episódicos cronológicamente con el fin de construir una historia de vida (Habermas & Bluck, 2000). Por ejemplo, a la edad de 12 años, las narraciones autobiográficas dentro de la historia de vida se integran respecto al tiempo y lugares, la

integración causal y temática se desarrolla posteriormente en la adolescencia (Habermas & Silveira, 2008).

Es debido a todos estos cambios presentes en la adolescencia que se ha asociado la maduración de ciertas regiones del cerebro con un control motivacional, emocional y cognitivo (Cabellero, Granberg & Tseng, 2016).

1.6 Efectos de la actividad física en los procesos cognitivos durante la adolescencia.

Durante la etapa de la adolescencia como se ha señalado anteriormente el cerebro todavía se está desarrollando: es adaptable y necesita ser moldeado y modelado (Frith, 2007 citado en De Caro, 2013). El desarrollo cerebral depende tanto de factores internos como genéticos y factores externos como familia, estimulación, alimentación, cultura, educación escolar, nivel socioeconómico, actividad física, entre otros. Es por ello importante conocer el impacto que la actividad física tiene en la adolescencia cuando el cerebro aún está en desarrollo y algunas funciones cognitivas se están consolidando y otras pueden seguir estimulándose.

Ramírez (2003) realizó un estudio donde evaluó CI, atención y memoria con las pruebas WAIS, curva de memoria verbal, memoria viso-espacial de puntos, cancelación y tachado de cuadros, a jugadores de baloncesto de la selección del Departamento de Antioquia, Colombia con edades entre 17 -23 años, encontró que los deportistas presentaban puntuaciones altas en la evaluación de coeficiente intelectual, dentro de la clasificación normal-alto, siendo la parte manipulativa la más desarrollada. Dentro de las evaluaciones la función con mayor puntuación fue la atención sostenida en la modalidad auditiva, donde los puntajes son cercanos al puntaje máximo, mientras que en la modalidad verbal la media es baja. Y en memoria, la de tipo auditivo tuvo mejores puntuaciones en comparación con la visual, pero con índices de organización baja y un nivel de almacenamiento y evocación de 3 a 10 minutos más altos que en evocación a largo plazo.

En otro estudio realizado por Narváez (2005), evaluó atención sostenida, memoria visoespacial y funciones ejecutivas (velocidad de procesamiento y control inhibitorio) a patinadores de carreras de alto rendimiento, en la modalidad de carreras de la preselección de Antioquia con edades entre 15 - 26 años, mediante tareas como test de tachado de cuadros, memoria visoespacial de puntos y Stroop. En los resultados se observa que la atención sostenida (Stroop y tachado de cuadros) puntúa por encima de la población general, en memoria visoespacial muestran altos niveles de procesamiento visoespacial pero bajos niveles de evocación. En cuanto a funciones ejecutivas, la velocidad de procesamiento en los deportistas se observa que sus tiempos de ejecución de la tarea son menores y de mayor calidad en el desempeño, mientras que en control inhibitorio hay menos errores en las dos modalidades de la prueba Stroop.

Otras investigaciones donde se comparan grupos de deportistas con no deportistas, Carreiro, Ribeiro y Machado-Pinheiro (2009), comparan jugadores de voleibol de 18 a 28 años de edad con universitarios sedentarios desde los últimos 12 meses, en tareas de orientación automática y voluntaria de la atención visual. El grupo de deportistas presenta menores tiempos de reacción para orientar voluntariamente su atención. Lo que se traduce en que los jugadores son más rápidos en reorientar su atención después de un estímulo distractor en comparación con el grupo de no deportistas. En orientación automática no hubo diferencias significativas, lo que sugiere que el direccionamiento voluntario de la atención puede ser entrenado, más que el automático.

Una variable importante en los estudios de ejercicio físico, deporte y funciones cognitivas, es el tiempo que las personas llevan practicando actividad física. Sánchez, Fernández, Silva-Pereyra, Martínez y Moreno (2014) evaluaron la atención-inatención en deportistas mexicanos de artes marciales (Judo, Taekwondo y Kung-fu), comparando experto (más de cinco años) vs. novatos (menos de un año) mediante la prueba TOVA (test de variables de atención), que consiste en una prueba computarizada de atención ante estímulos visuales y auditivos y mide tiempo de respuestas correctas, porcentaje de errores de omisión y comisión, puntaje de sensibilidad perceptual (respuestas correctas y falsas alarmas y un puntaje de TDAH, que es un valor global de desempeño con una base normativa). Los resultados mostraron una diferencia significativa en el puntaje TDAH (trastorno por déficit

de atención e hiperactividad), siendo los deportistas expertos quienes presentaron un mayor puntaje, así como menores tiempos de reacción.

En la literatura también se mencionado que los niños preadolescentes, con niveles más altos de actividad aeróbica, tienen mejores puntuaciones en atención, velocidad en el procesamiento de información y en general puntajes más alto en evaluaciones que su contra parte, niños con bajos niveles de actividad anaeróbica. Erickson et al. (2011) encontró que los niños con niveles altos de actividad aeróbica tenían mayor volumen hipocampal, lo cual se traducía a un desempeño por arribar en tareas de memoria espacial. Por su parte el comité del Instituto de Medicina de Washington basado en los estudios que examinan la AF y educación física en las escuelas promueve para todos los niños y adolescentes en edades escolares la práctica de AF moderada a intensa, durante 60 minutos en las escuelas para optimizar el aprendizaje dentro de las aulas (Khan & Hillman, 2014).

En otros estudios utilizando imágenes por resonancia magnética funcional (fMRI) se muestra como el ejercicio aeróbico induce cambios en los patrones de activación funcional, por ejemplo en adultos mayores que participaron en un entrenamiento de caminata durante un periodo de 6 meses muestran un incremento de activación en el giro fronto-medial y la corteza parietal superior y un decremento de activación en la corteza cingular anterior en relación con un grupo control que no realizaba actividad aeróbica, tonificación o estiramiento (Colcombe, Erickson, Scalf, Kim, Prakas, McAuley, Elavsky, Marquez, Hu & Kramer, 2006). Estos cambios en los patrones de activación se relacionan con un mejor desempeño en las tareas de atención selectiva. Estudios más recientes muestran un incremento en el volumen de sangre cerebral en el giro dentado del hipocampo que se observan en un grupo de participantes de mediana edad en un entrenamiento de 3 meses; dicho incremento se ha asociado a una mejora en el aprendizaje verbal y memoria. (Pereira, et. al, 2006).

1.7 Ciencias del deporte

Psicología Del Deporte

Los primeros trabajos en psicología del deporte se desarrollaron en por Coleman Griffith, a quien se le conoce como el “padre de la psicología del deporte” (Serrano, 2005). En 1918 Griffith comenzó informalmente la investigación de los factores psicológicos relacionados con el baloncesto y el fútbol mediante la observación de los equipos de la Universidad de Illinois. En 1925, en la misma universidad, se inaugura el primer Laboratorio de Investigación Atlética, donde se investigaron temas como habilidades psicomotoras, aprendizaje, personalidad y se desarrollaron pruebas para medir tiempo de reacción, tensión muscular y relajación, coordinación, aprendizaje y estado de alerta mental (Pérez, 2008). Griffith también fue el primer psicólogo contratado por un equipo deportivo profesional en los Estados Unidos, por Chicago Cubs, aunque no obtuvo un gran éxito, su abordaje científico de la psicología del entrenamiento se ha convertido en el modelo con el que trabajan actualmente los psicólogos del deporte en los equipos profesionales (Green, 2003).

Años después surge lo que se denomina psicología del deporte “aplicada”, uno de los autores más reconocidos en esta área fue Bruce Ogilvie en los 70’s, quien se centró en los temas deporte y personalidad, y desarrolló el cuestionario de motivación para deportistas (AMI), dicho autor trabajó directamente con atletas para ayudarlos a mejorar su desempeño. Actualmente es Rainer Martens a quien se le conoce como el padre de la psicología moderna, fue profesor en la Universidad de Illinois y fundador de Human Kinetics Publishers.

Aparte de dichos autores la formalización de la psicología del deporte fue con la celebración del I Congreso Mundial de Psicología del Deporte, realizado en Roma en 1965, dentro de los autores más destacados que participaron están Cagigal y Ferrer-Hombrevella, quienes se consideran los padres de la psicología del deporte en España y fundadores del Primer Instituto Nacional de Educación Física (1967) y el Centro de Investigaciones Médico-Deportiva (1964) respectivamente.

La definición de psicología del deporte ha ido cambiando con el tiempo, en los primeros años las definiciones se centran en un solo grupo de individuos (el deportista) y no en la interacción con otros medios y relaciones. A inicios del nuevo milenio las definiciones se transforman, aparece un nuevo campo de acción que amplía el espectro de cobertura profesional, Weinberger & Gould (1996), la define entonces como el estudio científico de las personas y su conducta en el contexto del deporte y la actividad física. Esta área de la psicología identifica los principios y directrices que los profesionales pueden utilizar para ayudar a los niños y a los adultos a participar en actividades deportivas y de actividad física, y a beneficiarse de las mismas. Otros autores como Becker (2001), amplía la definición incluyendo otros campos de acción, la psicología aplicada al ejercicio y al deporte es una disciplina que investiga las causas y los efectos de los acontecimientos psíquicos que presenta el ser humano antes, durante y después del ejercicio o del deporte, sean estos de tipo educativo, recreativo, competitivo o rehabilitador.

De acuerdo a la Asociación de Psicólogos Americanos (APA), la psicología del deporte y de la AF es el estudio científico de los factores psicológicos que están asociados con la participación y el rendimiento en el deporte, el ejercicio y otros tipos de AF. Por ello es importante reconocer que la psicología de la AF y del deporte es un área de especialización de la psicología que forma parte de las llamadas ciencias del deporte que apoyan los procesos de iniciación y rendimiento deportivo en la formación básica deportiva, así como en el manejo de trastornos alimentarios, lesiones y discapacidad.

Así una de las definiciones más importante para este trabajo es la de Núñez (2005), quien señala que la psicología del deporte y del ejercicio físico es el estudio científico de las personas y su conducta en el contexto del deporte y la actividad física, la cual apunta a dos objetivos principales: Aprender el modo en que los factores psicológicos afectan al rendimiento físico de los individuos y la comprensión de la forma en que la participación en el deporte y la AF afecta el desarrollo, la salud y el bienestar personal.

Al igual que las definiciones, los objetivos de la psicología del deporte se dividen, por su parte Weinberg (2010) plantea los objetivos desde la psicología básica, el propósito es estudiar los efectos psicológicos que produce la participación de los seres humanos en programas de actividad física o bien, de manera inversa, comprender los efectos de los factores psicológicos que afectan el rendimiento físico de los individuos, mientras que la APA lo formula a través de la psicología aplicada al deportista, se centran en ayudar a los deportistas a utilizar principios psicológicos para mejorar su rendimiento.

Acerca de la función del psicólogo del deporte, el Colegio Oficial de Psicólogos (COP) de España (2008) menciona que el psicólogo de la AF y deporte comienza con una evaluación psicológico-deportiva que se adecuará al área de actuación, prosigue una planificación y programación de la intervención a realizar y continúa con la evaluación o control del trabajo llevado a cabo como se observa en el cuadro 5, a continuación se explica más sobre ellas.

ETAPAS	ACTIVIDADES
Evaluación y Diagnóstico	Test y cuestionarios Entrevistas Registros de observación Registros psicofisiológicos
Planificación y Asesoramiento	Variables psicológicas Rendimiento y/o actuación Adherencia a la actividad Habilidades sociales
Intervención	Diseño y aplicación de estrategias psicológicas
Educación y/o formación	Cursos a entrenadores, postgrados, conferencias, encuentros deportivos.
Investigación	Básica Aplicada

Cuadro 5. Funciones a desempeñar en Psicología del Deporte según COP, 1998.

Evaluación y diagnóstico, tiene como objetivo tratar de identificar la conducta objeto de estudio en sus diferentes variables de respuesta, así como aquellas que las mantienen o las controlan. La evaluación no se centra únicamente en el análisis del deportista, es necesario que se evalúe todo el contexto deportivo que incluye a los deportistas, entrenadores, jueces, directivos, familiares, espectadores, medios de comunicación, etc. Planificación y asesoramiento, se ofrece información y orientación a todas aquellas personas vinculadas de una u otra forma con la actividad física y el deporte, como son deportistas, practicantes en general, técnicos deportivos, médicos, fisioterapeutas, organizaciones deportivas, responsables políticos con competencias en el ámbito deportivo. El contenido del asesoramiento va referido a los resultados y conclusiones de los procesos de evaluación psicológica y los estudios de investigación a través de los cuales puede llegar a establecerse la implicación de variables psicológicas en el rendimiento deportivo, la adherencia a la actividad física, la práctica de una determinada modalidad deportiva, el estilo profesional del técnico deportivo y al de la organización deportiva, y las consecuencias de los objetivos de los programas de AF y deporte (COP, 2008).

Las formas de intervención pueden ser por medio de entrenamiento psicológico o diseño y aplicación de estrategias para el inicio, seguimiento y no abandono de la AF, prevenir y/o mejorar la calidad de vida de las personas a través del deporte, así como para para promocionar y difundir actividades físicas a los distintos grupos sociales o bien para la competición deportiva, mientras que la educación y formación es la transmisión de contenidos sobre el deporte dirigido a las personas relacionadas con la actividad (Canton, 2010).

Por su parte el psicólogo de la actividad física se desarrolla principalmente en tres grandes ámbitos de aplicación que son el deporte de rendimientos, deporte de base e iniciación y deporte de ocio, salud y tiempo libre y en los últimos años se ha agregado poblaciones especiales y organizaciones deportivas como se muestra en el cuadro 6.

ÁMBITOS DE ACTUACIÓN 1998	ÁMBITOS DE ACTUACIÓN 2006
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deporte de rendimiento ✓ Deporte Base e Iniciación ✓ Deporte de Ocio, Salud y Tiempo libre 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deporte de rendimiento ✓ Deporte Base e Iniciación ✓ Deporte de Ocio y Tiempo libre ✓ Poblaciones especiales ✓ Organizaciones Deportivas

Cuadro 6. Ámbitos de actuación profesional del psicólogo del deporte COP, 1998, 2006.

El deporte de rendimiento, tiene como objetivo la obtención de resultados más óptimos en la competición deportiva y se enmarca en una institución, organización o entidad, regulándose por una normativa de carácter institucional. Este deporte implica una práctica, continua, planificada y realizada habitualmente dentro de unos márgenes de edad, en función de la modalidad deportiva ya se amateur o profesional. El trabajo del psicólogo aquí consiste en entrenar habilidades psicológicas necesarias para que el deportista individual y/o colectivamente pueda enfrentarse con mayores recursos a la situación en competición deportiva y la mejora del rendimiento. El deporte de base o iniciación se refiere a la fase de inicio de la actividad físico deportiva especialmente en edades tempranas. El deporte en esta perspectiva debe entenderse no como una actividad competitiva, sino una actividad lúdica y de desarrollo personal, el psicólogo de la AF y deporte, tiene como objetivo atender a la formación, aprendizaje y desarrollo de los practicantes centrándose en la motivación, interacción social y disfrute con la actividad. Y el deporte de ocio, salud y tiempo libre enmarca los beneficios psicológicos de la práctica de AF, no sólo evidentes para la población normotípica, sino también para el tratamiento de trastornos psicológicos como depresión, ansiedad, estrés, abuso de alcohol y sustancias, en esta área la intervención profesional incluye tareas para optimizar el desarrollo psicosocial de los niños y adolescentes por la formación de agentes psicosociales y estrategias para la valoración de logros (COP, 2008; Canton, 2010).

Neuropsicología Del Deporte

La neuropsicología es parte de las neurociencias que estudia las relaciones entre el cerebro y la conducta tanto en sujetos sanos como en los que han sufrido algún tipo de daño cerebral (Rains, 2003). Su objeto de estudio se centra en el conocimiento de las bases neuronales de los procesos mentales complejos o procesos cognitivos superiores: pensamiento, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas y formas más complejas de motricidad y percepción. Existe una división entre neuropsicología básica y neuropsicología clínica. La neuropsicología básica aborda el estudio de las relaciones entre cognición y el cerebro en sujetos sanos, mientras que la neuropsicología clínica estudia las consecuencias del daño cerebral sobre la conducta; trastornos del pensamiento, afasias, amnesias, agnosias y alteraciones en funciones ejecutivas y neuroconductuales. Por su parte la Asociación Americana de Psicología (APA), define al neuropsicólogo clínico como un psicólogo profesional que aplica criterios científicos para la evaluación e intervención, basándose en el estudio científico del comportamiento humano y relacionándolo con el funcionamiento normal y anormal del sistema nervioso central.

La aplicación de la neuropsicología clínica en el dominio deportivo ha resultado en un gran crecimiento, principalmente en el uso de técnicas de evaluación neuropsicológicas en las lesiones del cerebro relacionadas al deporte. Con este crecimiento se ha desarrollado una sub-especialidad que la neuropsicología llama neuropsicología del deporte. Este nuevo campo integra habilidades, técnicas y enfoques de evaluación de la neuropsicología dentro del contexto deportivo (Sport Neuropsychology Society, 2012).

La neuropsicología del deporte combina las dos disciplinas, psicología del deporte y neuropsicología. El génesis de este relativamente nuevo subcampo fue el advenimiento de las contusiones relacionadas al deporte, y ese tema continúa siendo una definición característica de la disciplina. A pesar que las contusiones no son nada nuevas, el estudio de ellas como un campo de investigación y de crecimiento profesional tiene un origen muy reciente que se extiende a hace unos 25 años (Webbe, 2011). Las contusiones deportivas son importantes lesiones comunes en deportes de contacto o colisión. La evaluación de dichas contusiones incluye una evaluación de síntomas y una examinación neurológica, que a su vez incluye una evaluación cognitiva a través de pruebas neuropsicológicas usadas en

los atletas con dificultades posteriores a traumas cerebrales como parte de la evaluación para problemas de aprendizaje, déficit de atención, hiperactividad y otros problemas de salud mental. Dichas pruebas fueron usadas en un inicio en estudios de jugadores de fútbol americano, a los cuales se les administraban pruebas de papel y lápiz antes de la temporada y después de las lesiones como medida de déficits cognitivos (Barth, Alves & Ryan, 1989). La primera batería desarrollada para un equipo profesional incluía pruebas que evaluaban memoria a corto y largo plazo, atención y concentración, velocidad motora y coordinación, escaneo visual y resolución de problemas (Lovell, 2000 citado en Putukian, 2011). Así la neuropsicología deportiva se ha centrado en la evaluación de contusiones, diagnóstico, intervención y asesoramiento al atleta y su familia. Muchos de los neuropsicólogos deportivos se han convertido en “especialista de contusiones”, quienes trabajan independientemente o en equipos interdisciplinarios, junto con los entrenadores y el equipo médico llevando a cabo las evaluaciones de lesiones cerebrales por deporte (Webbe, 2011).

La neuropsicología del deporte se define entonces como una subespecialidad de la neuropsicología clínica que aplica la ciencia y el entendimiento de cerebro - comportamiento en relación a evaluaciones y tratamientos a las lesiones cerebrales relacionadas al deporte. La práctica de la neuropsicología del deporte requiere, educación, entrenamiento, experiencia y competencias primero en neuropsicología clínica, seguida por una especialización aplicando el conocimiento neuropsicológico clínico al dominio deportivo (Sport Neuropsychology Society, 2012).

Actualmente la neuropsicología del deporte abarca dos grandes ámbitos de investigación y de aplicación, que son el área de contusiones relacionadas al deporte y el área neurocognición, que se conoce como el bienestar médico de la práctica de actividades físicas (Webbe, 2011). *Contusiones relacionadas al deporte*, se definen como ya se ha explicado anteriormente, como una lesión traumática leve que ocurre dentro de un contexto deportivo. Por ejemplo, cuando un jugador de hockey es aplastado entre los bordes y termina en el hielo, con amnesia del evento, en este momento ha ocurrido una contusión relacionada al deporte (McCroy, Meeuwisse, Aubry, Cantu, Echemendia et al., 2013). *Neurocognición/Bienestar médico* se define por el uso de evaluaciones neurocognitivas a los atletas para determinar el papel que las actividades deportivas normales pueden tener

en afectar la calidad y la duración de la capacidad cognitiva y la calidad de vida. Este tipo de estudios puede identificar riesgos y beneficios de las actividades deportivas. Por ejemplo, el papel de las actividades aeróbicas es que facilitan el flujo sanguíneo a nivel cerebral, el cual tiene efectos beneficiosos (Webbe, 2011).

A pesar de que en sus inicios el primer enfoque de la neuropsicología del deporte fue y continúa siendo sobre temas relacionados a contusiones, un número importante de enfoques en la actualidad han surgido a partir de la tradicional psicología y ciencias del deporte, en los cuales se han descrito las interrelaciones entre maduración neuronal y actividad física. Adoptando un enfoque neuropsicológico del desarrollo, los estudios han descrito como la actividad física interactúa con el desarrollo de las estructuras cerebrales, las funciones y plasticidad en la infancia. Dicho modelo se refuerza con los resultados de estudios recientes que examinan el efecto del ejercicio físico en la infancia y adultez en funciones ejecutivas.

Capítulo 2

METODOLOGÍA

2.1 Planteamiento del problema

Se ha comprobado que la práctica de alguna actividad física (AF) trae diversos beneficios tanto fisiológicos, psicológicos, sociales como cognitivos, sin embargo se ha observado que el sedentarismo va incrementando conforme aumenta la edad en la población mexicana.

Por otra parte los estudios centrados en conocer el efecto que la AF genera a nivel cognitivo en su mayoría son realizados por una reciente línea de investigación llamada neuropsicología del deporte, la cual se caracteriza por el diagnóstico y tratamiento de las secuelas cognitivas y emocionales secundarias a las lesiones en el sistema nervioso central provocadas por las actividades deportivas (Erlanger et al, 1999).

Este estudio aportará nuevos datos a la neuropsicología, mostrando una forma diferente de abordar tanto a los deportistas como a la población en general, desde una visión más integral, incluyendo lo biológico, emocional, social y cognoscitivo. Permitirá a los psicólogos conocer los beneficios cognitivos que la actividad física brinda a la población en general, para la promoción del deporte como una herramienta que fomenta la salud en todos los ámbitos, específicamente en procesos cognitivos básicos como atención y memoria que se pueden estimular a lo largo de la vida y anteceden procesos más complejos como el funcionamiento ejecutivo, el cual se consolida alrededor de la segunda década de vida, siendo dichos procesos susceptibles a varios factores que impactan y benefician en su desarrollo como lo es la AF.

2.2 Justificación

A nivel mundial la presencia de actividad física (AF) en la población es baja y conforme va aumentando la edad va disminuyendo aún más. Este sedentarismo trae consigo consecuencias perjudiciales y enfermedades, en su mayoría no transmisibles, a edades más tempranas.

Como una medida preventiva la OMS aprobó la Estrategia Mundial Sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud, 2004. En sus objetivos se promueve realizar 30 minutos mínimos de AF diaria, debido a sus beneficios en el sistema cardiovascular, respiratorio y sistema metabólico (eliminación de calorías, perdida y mantenimiento del peso) y disminución de los nivel de ansiedad y depresión. Este documento como muchos otras investigaciones, es un ejemplo de cómo los beneficios de la actividad física suelen estar enmarcadas en su gran mayoría dentro del discurso médico, y la parte psicológica en un marco emocional.

Los beneficios dentro del discurso en salud física son relevantes, pero no se debe olvidar el contexto cognitivo. Existen pocos estudios relacionados a esta área y suelen ir enfocados a cambios en el sistema nervioso (mayor oxigenación, mayor flujo sanguíneo, cambios en diversas estructuras), sin embargo conocer cuáles son los efectos que estos cambios estructurales y funcionales en el SN ocasionan en los procesos cognitivos aún no es tan estudiado y difundido como otros.

Este estudio permitirá obtener datos adicionales sobre el impacto de la AF en la desempeño neuropsicológico en la adolescencia, que es una etapa de cambios y desarrollo a nivel cerebral, así como un etapa en donde se ha reportado una disminución significativa de la práctica de actividad física.

Conocer e identificar los beneficios de la AF en procesos cognitivos, permitirá tener mayores fundamentos para promover y mantener o bien aumentar la presencia de actividad física en la población, además de que los datos obtenidos se podrán usar en programas de prevención de riesgo en la salud, tanto física como mental. Y dentro de la neuropsicología del deporte permitirá a los profesionales, conocer el funcionamiento cognitivo de los deportistas y con estos datos generar dinámicas, ejercicios y estrategias partiendo de su propia línea base, permitiendo no sólo la participación de los neuropsicólogos en la rehabilitación tras contusiones, sino también en intervenciones cognitiva para mejorar el rendimiento deportivo.

2.3 Pregunta de investigación

¿Existen beneficios en los procesos de atención y memoria en adolescentes que practican ejercicio físico o deporte en comparación con adolescentes sedentarios?

2.4 Objetivo General

Comparar el funcionamiento neurocognitivo en los procesos de atención y memoria entre adolescentes que realizan ejercicio físico o deporte, con un grupo de adolescentes sedentarios.

2.4.1 Objetivos Específicos

Analizar el desempeño cognitivo de los adolescentes en los procesos de atención y memoria comparando el grupo de ejercicio físico, el grupo deportivo y el grupo control.

Identificar si las variables de frecuencia e intensidad de la AF repercuten en el desempeño de atención y memoria entre los grupos de ejercicio físico y deporte.

Explorar si el tipo de deporte y ejercicio físico repercute en el desempeño de atención y memoria.

2.5 Hipótesis

Hipótesis de trabajo: Los adolescentes que practiquen actividad física, ya sea ejercicio físico o deporte, obtendrán puntuaciones superiores en atención y memoria, en comparación con el grupo control, que son adolescentes sedentarios.

H1.- Habrá diferencias en el desempeño de atención siendo los grupos de ejercicio físico y deporte quienes obtengan puntuaciones más altas, en comparación con el grupo control.

H2.- Habrá diferencias en el desempeño memoria, siendo los grupos de ejercicio físico y deporte quienes obtengan puntuaciones más altas, en comparación con el grupo control.

H3.- Se espera que el grupo deportivo, al tener mayor frecuencia e intensidad de actividad física tenga un mejor desempeño en atención y memoria, en comparación con el grupo de ejercicio físico.

2.6 Variables

2.6.1 Variable Dependiente

Cognición

Atención: Es la focalización selectiva hacia un determinado estímulo, filtrando, desechando e inhibiendo las informaciones no deseadas (Portellano, 2005).

Memoria: Es una función que permite registrar, codificar, consolidar, retener, almacenar, recuperar y evocar la información previamente almacenada (Portellano, 2005).

Definición Operacional: Puntuaciones normalizadas en la Batería NEUROPSI: Atención y Memoria. A mayor puntaje, mejor desempeño.

2.6.2 Variable independiente:

Práctica de Ejercicio Físico o Deporte

Ejercicio Físico: Es una subcategoría de la actividad física (intensidad moderada), planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física (OMS, 2015).

Definición operacional: Se midió de acuerdo a la experiencia, frecuencia y duración al realizar la actividad física. El grupo ejercicio físico tuvo un mínimo de 3 meses practicando, con una frecuencia de mínimo 3 días a la semana y una duración de mínimo 30 minutos por sesión.

Deporte: Es una subcategoría de la AF, especializada de carácter competitivo, que requiere de entrenamiento físico y que generalmente se realiza a altas intensidades. Además, está reglamentado por instituciones y organismos estatales o gubernamentales (Wilmore & Costill, 1995 citado en Robles, 2011).

Definición operacional: Se midió de acuerdo a la experiencia, frecuencia y duración al realizar la actividad física. El grupo deporte tuvo un mínimo de 6 meses practicando, con una frecuencia de más de 3 días a la semana y una duración de mínimo 60 minutos por sesión.

2.7 Diseño estadístico

Se trata de un estudio descriptivo, comparativo y transversal.

2.8 Método

2.8.1 Participantes

Se evaluará un total de 45 adolescentes, entre 15 - 19 años de edad (adolescencia tardía según la OMS, 2006), divididos en tres grupos:

- 1.- Grupo Control* = 15 Adolescentes que no realicen ningún ejercicio físico, ni deporte.
- 2.- Grupo Ejercicio físico* = 15 adolescentes que realicen ejercicio físico, que practiquen una actividad física moderada. Para este estudio se incluyó en ejercicio físico: zumba, gimnasio y correr.
- 3.- Grupo Deportivo* = 15 adolescentes que practiquen algún deporte fuera de la categoría de alto rendimiento, que practiquen una actividad física intensa. Para este estudio se incluyó en deporte: gimnasia, halterofilia (pesas) y atletismo.

Criterios Generales de Inclusión

- *Ser adolescente entre 15 a 19 años de edad.
- *Ser estudiante regular (escolaridad entre 10 – 16 años de estudio).
- *No haber reprobado ningún ciclo escolar.
- *Considerarse en general una persona saludable.
- *No padecer ningún tipo de enfermedad crónica, neurológico y/o autoinmune (obesidad, hipertensión, cardiopatías, etc).

Criterios de inclusión para el grupo de ejercicio físico

- *Realizar algún tipo de ejercicio físico (zumba, gimnasio o correr).
- *Haber realizado dichas actividades mínimo desde hace 3 meses sin interrupción.
- *Realizar el ejercicio físico de 3 veces a la semana.
- *La duración del ejercicio físico debe ser mínimo de 30 minutos por sesión.
- *No haber realizada algunas de las tres actividades (zumba, gimnasio o correr) antes de la evaluación neuropsicológica.

Crterios de Inclusión para el grupo de deporte

- *Practicar alguno de los siguientes deportes: gimnasia, halterofilia o atletismo.
- *Practicar el deporte mínimo desde hace 6 meses sin interrupción.
- *Los días de entrenamiento deben de ser mayor de 3 veces a la semana.
- *Las sesiones deportivas deben durar por lo menos 60 minutos.
- *No estar dentro de la categoría de alto rendimiento.
- *Realizar la evaluación neuropsicológica antes del entrenamiento deportivo.

Crterios de inclusión para el grupo control

- *Tener en general una vida sedentaria.
- *No realizar ningún ejercicio físico o deporte mínimo desde hace 1 año.
- *Tener un desarrollo típico.

Crterios Generales de Exclusión

- *Haber sido diagnosticado con algún trastorno psicológico como TDAH, ansiedad, depresión, impulsividad.
- *Padecer alguna enfermedad psiquiátrica como esquizofrenia, epilepsia, psicosis.
- *Estar o haber estado en el último mes en tratamiento farmacológico o psicológico.
- *Haber recibido terapia neuropsicológica (estimulación).
- *Consumir drogas de abuso.
- *Dependencia o consumo alto de alcohol.
- *Tener problemas de aprendizaje (Dislexia, problemas graves en lectura, escritura, matemáticas).

*Tener problemas de conducta como agresividad, problemas graves con figuras de autoridad o actos ilegales.

*En el caso de las mujeres estar embarazada.

2.8.2 Instrumento

Cuestionario de preguntas claves para la inclusión: Se aplicó al inicio con cada participante para verificar que cumplieran los criterios de inclusión e identificar a que grupo de actividad física pertenecían (control sedentario, ejercicio físico o deporte).

Historia clínica: Se aplicó con el fin de conocer los datos generales de cada participante y corroborar los datos sobre la actividad física o deporte que practican o bien que son adolescentes sedentarios.

Batería NEUROPSI: Atención & Memoria (Ostrosky-Solís, Gómez, Matute, Roselli, Ardila, & Pineda, 2003). Se utilizó la batería para conocer el desempeño de los participantes en los procesos de atención y memoria. Las puntuaciones de dicha prueba brindan puntuaciones totales que dan un índice global de la ejecución en las áreas de Atención-Funciones Ejecutivas, Memoria y Total Atención y Memoria, las cuales su clasifican el desempeño en: normal alto, normal, alteración leve o moderada y alteración severa.

2.8.3 Análisis Estadístico

El análisis de datos se realizó por medio del programa SPSS (Statistical Packing for Social Science) versión 23. En todos los grupos se realizó estadística descriptiva de las variables demográficas.

Posteriormente se utilizó ANOVA de un factor para comparar el las característica de la actividad física por grupo, de igual manera para analizar el desempeño cognitivo entre los grupos (deporte, ejercicio físico y sedentario), y la prueba post-hoc Bonferroni ($p < 0.05$) para conocer las diferencias entre grupos.

Para comparar el desempeño cognitivo entre subgrupos de deporte (halterofilia, gimnasia y atletismo) y ejercicio físico (correr, zumba, gimnasia) se utilizó la prueba Kruskal-Wallis.

Capítulo 3. Resultados

Participaron 45 adolescentes con una media de edad de 16.62 ± 1.46 años; de ellos el 31.1% fueron hombres y el 68.9% mujeres. En cuanto al nivel educativo, el 91.1% estaban en nivel medio superior, mientras que el 8.9% en nivel superior. La muestra fue dividida en 3 grupos: deporte, ejercicio físico y sedentario, cada uno con 15 participantes, los datos sociodemográficos se especifican en la tabla 1.

Tabla 1. Datos sociodemográficos por grupos

	Edad (promedio en años)	Escolaridad (promedio en años)	Sexo	No. de participantes por subgrupo
DEPORTE	17.20 ± 0.74	13.60 ± 1.68	5 hombres 10 mujeres	7 Gimnasia 4 Halterofilia 4 Atletismo
EJERCICIO FÍSICO	16.60 ± 1.29	13.13 ± 1.25	7 hombres 8 mujeres	7 Gimnasio 4 Zumba 4 Correr
SEDENTARIO	16.07 ± 1.16	12.67 ± 1.34	2 hombres 13 mujeres	-----

De acuerdo a la actividad física que realizan los participantes, se observó por medio de la prueba ANOVA de un factor y la prueba post-hoc Bonferroni ($p < 0.005$), que el grupo Deporte muestra una diferencia significativa en relación con los años de experiencia, días de entrenamiento a la semana y duración por sesión, en comparación del grupo de Ejercicio Físico y grupo Sedentario ($p = .000$) (Tabla 2).

Tabla 2. Características de la actividad física por grupo.

	DEPORTE (DEP)		EJERCICIO FÍSICO (EF)		SEDENTARIO (SED)		F	p	Diferencias
	M	DE	M	DE	M	DE			
Experiencia	4.2 años	35.2	7 meses	1.4	0	0	27.8	.000	DEP vs EF, SED
Frecuencia (días)	5.13	.91	6	1.1	0	0	156.3	.000	DEP vs SED vs EF
Duración (horas)	2.8	34.8	1.3	35.5	0	0	134.4	.000	DEP vs SED vs EF

En cuanto a los subgrupos de Deporte (Tabla 2.1), los *Gimnastas* muestran una diferencia significativa ($p= .005$) en relación con la experiencia (años) en la práctica del deporte con *Halterofilia* y *Atletismo*, En cuanto a la duración (horas) por sesión las diferencias se muestran únicamente entre *Gimnasia* y *Atletismo* ($p= .013$), y en los días de entrenamiento a la semana no se observaron diferencias significativas. Es importante mencionar que el subgrupo de *Gimnasia* fue el que presentó medias más altas en experiencia, frecuencia y duración por sesión.

Tabla 2.1 Características de la actividad física por subgrupos de deporte.

	Gimnasia (Gim)		Halterofilia (Hal)		Atletismo (Atle)		F	p	Diferencias
	M	DE	M	DE	M	DE			
Experiencia (años)	6.5	32.3	2.5	15.4	1	9.7	8.3	.005	GIM vs HAL, ATLE
Frecuencia (días)	5.5	.78	5.0	1.1	4.5	.57	2.0	.168	
Duración (horas)	3.2	29.2	2.6	28.7	2.3	15	6.3	.013	GIM vs ATLE

Por su parte en los subgrupos de Ejercicio Físico (Tabla 2.2), solamente se presentaron diferencias significativas ($p= .000$) entre el subgrupo de *Gimnasio vs Zumba* y *Correr* en relación con la duración (minutos) por sesión.

Tabla 2.2 Características de la actividad física por subgrupos de ejercicio físico.

	Gimnasio		Correr		Zumba		F	p	Diferencias
	M	DE	M	DE	M	DE			
Experiencia (meses)	7.1	1.5	7.5	1.9	6.5	.50	.76	.487	
Frecuencia (días)	5.0	.81	3.5	1.0	3.5	1.0	5.04	.026	
Duración (horas)	1.8	22.6	42.5 min*	12.5	1	.00	23.1	.000	Gimnasio vs Zumba, Correr

Comparación de resultados por grupo

Al comparar la ejecución en la Batería NEUROPSI: Atención y Memoria entre grupos, el análisis se hizo por medio de la prueba ANOVA de un factor y los resultados mostraron diferencias significativas en el Total de Atención y Funciones Ejecutivas ($F_{(2,42)}= 18.49$; $p=.000$) y Total de Memoria ($F_{(2,42)}= 11.56$; $p=.000$). Para conocer entre que grupos se presentaron dichas diferencias se utilizó la prueba post-hoc Bonferroni ($p<0.005$), la cual mostró una diferencia en el Total Atención y Funciones Ejecutivas entre el grupo Deporte ($x= 111.33$; D.E.= 9.16) vs grupo Sedentario ($x= 84.33$; D.E.= 15.68; $p= .000$), grupo Deporte vs grupo Ejercicio Físico ($x= 95.93$; D.E.= 10.27; $p= .003$) y grupo Ejercicio Físico vs grupo Sedentario ($p= .035$). En el Total de Memoria las diferencias se presentaron entre el grupo Deporte ($x=110.67$; D.E.=14.65) vs grupo Sedentario ($x=81.07$; D.E.=18.11; $p= .000$) y el grupo Deporte vs grupo Ejercicio Físico ($x= 94.40$; D.E.= 17.66; $p = .035$), siendo en ambos totales las medias más altas en el grupo Deporte y las más bajo para el grupo Sedentario. Mientras que en el análisis del Total de Atención y Memoria no se presentaron diferencias significativas entre ningún grupo (Tabla 3)

Tabla 3. Medias, desviación estándar y diferencias significativas entre los grupos en el Total de NEUROPSI: Atención y Memoria (*FE: Funciones Ejecutivas, DEP: Deporte, EF: Ejercicio Físico, SED: Sedentario).

GRUPOS									
	DEPORTE		EJERCICIO FÍSICO		SEDENTARIO		F	p	Diferencias
	M	DE	M	DE	M	DE			
TOTAL ATENCIÓN-FE*	111.33	9.16	95.93	10.27	84.33	15.68	18.94	.000	DEP vs EF vs SED
TOTAL MEMORIA	110.67	14.65	94.40	17.66	81.07	18.11	11.56	.000	DEP vs EF, SED
TOTAL ATENCIÓN Y MEMORIA	124.33	23.63	111.27	30.69	101.73	45.52	1.62	.210	

Por su parte para conocer que subpruebas de Atención y Funciones Ejecutivas fueron más sensibles entre grupos, se hizo un análisis por medio de una ANOVA de un factor y la prueba post-hoc Bonferroni ($p < 0.05$). Como se muestra en la Tabla 4 se encontraron diferencias entre el grupo Deporte vs grupo Sedentario en dígitos en progresión, detección de dígitos, formación de categorías, fluidez verbal semántica, fluidez verbal fonológica, fluidez no verbal y funciones motoras. Mientras que en la comparación entre grupo Ejercicio Físico vs grupo Sedentario sólo se encontraron diferencias significativas en fluidez no verbal. Con respecto al grupo Deporte vs grupo Ejercicio Físico se encontraron diferencias significativas en dígitos en progresión y fluidez verbal fonológica.

Se observa que el grupo Deporte tuvo medias más altas (Tabla 4) en las subpruebas de Atención y Funciones Ejecutivas, siendo las más significativas dígitos en progresión ($x = 6.3$; D.E. = .90), detección dígitos ($x = 9.9$; D.E. = .25), formación de categorías ($x = 21.6$; D.E. = 2.7), fluidez semántica ($x = 25.0$; D.E. = 2.9), fluidez fonológica ($x = 16.9$; D.E. = 2.7), fluidez no verbal ($x = 9.8$; D.E. = 2.3) y funciones motoras ($x = 19.0$; D.E. = .70). Dichas medias fueron seguidas por el grupo Ejercicio Físico y al final el grupo Sedentario, excepto en fluidez verbal fonológica, donde el grupo Sedentario obtuvo ($x = 13.3$; D.E. = 3.0) por arriba del grupo Ejercicio Físico ($x = 13.2$; D.E.=4.4).

Tabla 4. Medias, desviación estándar y diferencias significativas en las subpruebas de Atención y Funciones Ejecutivas entre grupos.

ATENCIÓN - FUNCIONES EJECUTIVAS										
	Subpruebas	DEPORTE (DEP)		EJERCICIO FÍSICO (EF)		SEDENTARIO (SED)		F	p	Diferencias
		M	DE	M	DE	M	DE			
ATENCIÓN - FUNCIONES EJECUTIVAS	Orientación	6.9	.25	7.0	.00	6.9	.00	.50	.61	
	Dígitos progresión	6.3	.90	5.2	.59	5.0	.37	17.1	.000	DEP vs SED, EF
	Cubos progresión	6.3	1.1	6.0	1.2	5.5	1.2	1.6	.21	
	Detección Visual	20.8	1.6	19.1	2.1	19.1	2.0	3.6	.03	
	Detección dígitos	9.9	.25	9.6	.73	8.6	1.7	5.0	.011	DEP vs SED
	Series sucesivas	1.5	1.5	1.6	1.5	.67	1.2	1.9	.15	
	Formación categorías	21.6	2.7	19.1	4.4	16.4	4.6	6.18	.004	DEP vs SED
	Fluidez verbal semántica	25.0	2.9	22.0	4.4	20.5	2.3	7.0	.002	DEP vs SED
	Fluidez verbal fonológica	16.9	2.7	13.2	4.4	13.3	3.0	5.4	.008	DEP vs EF, SED
	Fluidez no verbal	9.8	2.3	8.4	4.2	5.0	2.8	8.7	.001	DEP vs EF vs SED
	Funciones motoras	19.0	.70	18.4	1.0	18.0	1.0	4.2	.021	DEP vs SED
	Stroop tiempo	34.6	6.9	38.0	6.6	40.9	8.4	2.7	.07	
	Stroop aciertos	35.7	.59	35.2	1.1	34.9	1.1	2.6	.08	

Mientras que en las subpruebas de Memoria, como se muestra en la Tabla 5, se encontraron diferencias significativas entre el grupo Deporte vs grupo Sedentario en dígitos en regresión, codificación (memoria espontánea, pares asociados, memoria lógica (historias y tema) y figura de Rey), evocación (memoria espontánea, claves, reconocimiento, pares asociados, memoria lógica (tema) y reconocimiento caras). Entre el grupo Ejercicio Físico vs Sedentario hubo diferencias significativas únicamente en codificación de pares asociados. Mientras que entre el grupo Deporte vs grupo Ejercicio Físico las diferencias se presentaron en codificación de caras, codificación figura Rey, evocación por claves y reconocimiento.

El grupo Deporte presentó medias más altas (Tabla 5), en las subpruebas de Memoria, siendo las más significativas dígitos en regresión ($x = 4.9$; D.E.=1.1), en codificación, memoria espontánea ($x = 8.7$; D.E. 1.4), pares asociados ($x = 9.8$; D.E. = 1.2), memoria lógica –historia ($x = 10.7$; D.E. =2.2), memoria lógica-tema ($x = 4.8$; D.E. = .56), figura Rey ($x = 34.6$; D.E.= 2.3), caras ($x = 4.0$; D.E.= .00) y en evocación en memoria espontánea ($x = 9.8$; D.E.=1.4), memoria claves ($x = 10.5$; D.E.= 1.3), memoria reconocimiento ($x = 11.7$; D.E.= .70), pares asociados ($x = 10.9$; D.E. =1.1), memoria lógica-tema ($x = 4.8$; D.E. = .35) y reconocimiento de caras ($x = 1.8$; D.E. = .35). Dichas medias fueron seguidas por el grupo Ejercicio Físico y al final el grupo Sedentario, excepto en cubos en regresión donde el grupo Sedentario obtuvo ($x = 5.4$; D.E.=1.1) mientras que el grupo Ejercicio Físico ($x = 5.2$; D.E. =1.2) y codificación de caras donde el grupo Sedentario obtuvo ($x = 3.3$; D.E.=.81) por arriba de ejercicio físico ($x = 2.9$; D.E.=1.1).

Tabla 5. Medias, desviación estándar y diferencias significativas en las subpruebas de memoria entre grupos (*DEP: Deporte, EF: Ejercicio Físico, SED: Sedentario).

MEMORIA										
	GRUPOS	DEPORTE		EJERCICIO FÍSICO		SEDENTARIO		F	p	Diferencias
		M	DE	M	DE	M	DE			
CODIFICACIÓN	Dígitos Regresión	4.9	1.1	4.2	1.0	4.0	.92	3.5	.03	DEPvsSED
	Cubos regresión	5.4	1.1	5.2	1.2	5.4	1.0	.25	.77	
	Memoria Espontánea	8.7	1.4	7.7	1.4	6.5	1.3	8.9	.00	DEPvsSED
	Pares Asociados	9.8	1.2	9.4	1.8	7.2	1.6	11.6	.00	SED vs DEP, EF
	Memoria Lógica (historias)	10.7	2.2	10.0	2.3	8.5	1.8	4.0	.02	DEP vs SED
	Memoria Lógica (tema)	4.8	.56	4.4	.83	4.0	.59	4.4	.01	DEP vs SED
	Figura Rey-Osterreith	34.6	2.3	31.3	3.3	31.2	4.3	4.6	.01	DEP vs EF, SED
	Caras	4.0	.00	2.9	1.1	3.3	.81	6.4	.00	DEP vs EF
EVOCACIÓN	Memoria Espontánea	9.8	1.4	8.7	1.6	7.5	1.8	7.4	.00	DE vs SED
	Memoria Claves	10.5	1.3	8.8	1.5	7.5	1.8	14.0	.00	DEP vs EF, SED
	Memoria Reconocimiento	11.7	.70	11.4	.91	9.8	1.9	9.1	.00	SED vs DEP, EF
	Pares Asociados	10.9	1.1	10.4	2.1	9.2	1.8	3.5	.03	DEP vs SED
	Memoria Lógica (historias)	10.2	2.3	9.8	2.3	8.8	2.2	1.4	.24	
	Memoria Lógica (tema)	4.8	.35	4.6	.73	4.0	.79	5.7	.00	DEPvsSED
	Figura Rey-Osterreith	26.1	7.1	23.9	5.5	22.2	5.8	1.5	.23	
	Nombres	6.0	2.1	4.6	2.6	4.6	1.6	2.2	.11	
Reconocimiento Caras	1.8	.35	1.6	.48	1.2	.72	4.3	.02	DEPvsSED	

Comparación de resultados por subgrupos

Al comparar el desempeño en los Totales de la Batería NEUROPSI: Atención y Memoria entre subgrupos, el análisis se hizo por medio de la prueba Kruskal Wallis (Tabla 6). Se observaron diferencias significativas únicamente entre los subgrupos de Deporte en el Total de Memoria ($p=.021$) y entre los subgrupos de ejercicio físico no se encontró ninguna diferencia significativa.

Tabla 6. Rangos promedio, chi-cuadrada y diferencias significativas entre subgrupos de deporte en los totales de NEUROPSI: Atención y Memoria.

	Gimnasia	Halterofilia	Atletismo	X²	P
Total Atención y Funciones Ejecutivas	8.14	4.63	11.13	4.26	.118
Total Memoria	7.14	4.50	13.00	7.73	.021
Total Atención y Memoria	8.57	5.63	9.38	1.65	.436

Como se observa en la Fig. 1. dentro del grupo Deporte, el subgrupo de Atletismo tuvo medias por arriba de Gimnasia y Halterofilia en todos los totales, excepto en el Total Atención y Memoria, donde Gimnasia obtuvo la media más alta. Por su parte en el grupo de Ejercicio Físico el subgrupo de Correr presentó en todos los totales medias por arriba de Zumba y Gimnasio, excepto en el Total de Memoria donde Zumba obtuvo la media más alta. Mientras que el subgrupo de Halterofilia en el grupo Deporte presentó las medias más bajas en todos los totales y ocurre algo similar en el grupo Ejercicio Físico donde el subgrupo Gimnasio también obtuvo medias por debajo de Zumba y Correr en todos los totales, excepto en el total Atención y Funciones Ejecutiva. Y de manera general se observó que el grupo Sedentario tuvo las medias más bajas en comparación con todos los subgrupos, tanto del Grupo Deporte como Ejercicio Físico.

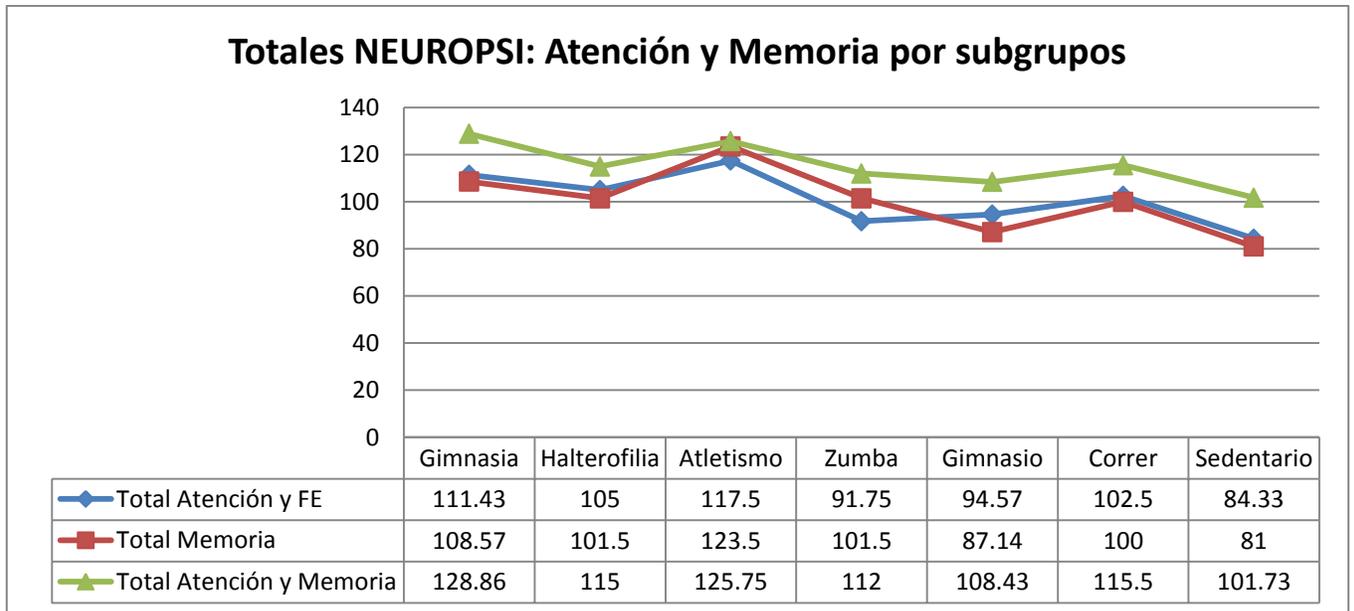


Fig. 1. Gráfica de las medias en los Totales de NEUROPSI: Atención y Memoria de los subgrupos de Deporte, Ejercicio Físico y Sedentarios.

Mientras que en la comparación del desempeño en las subpruebas de Atención y Funciones Ejecutivas entre subgrupos el análisis se hizo por medio de la prueba Kruskal-Wallis (Tabla 7), los resultados mostraron únicamente diferencias significativas entre los subgrupos de Deporte en funciones motoras ($X^2 = 6.51$; $p = .038$) y como se muestra en la Fig. 2. el subgrupo de Atletismo tuvo la media más alta ($x = 19.75$), seguido por Gimnasia ($x = 19$), y en último lugar Halterofilia ($x = 18.5$).

Tabla 7. Rangos promedio y diferencias significativas entre subgrupos de Deporte en subpruebas de Atención y Funciones Ejecutivas.

Atención y Funciones Ejecutivas	Gimnasia	Halterofilia	Atletismo	X ²	p
Orientación	8.50	6.63	8.50	2.75	.253
Dígitos en progresión	8.36	4.38	11.00	5.00	.082
Cubos en progresión	6.29	7.50	11.50	3.82	.147
Detección visual	8.57	6.13	8.88	1.15	.562
Detección de dígitos	8.50	6.63	8.50	2.75	.253
Series sucesivas	7.43	8.00	9.00	.393	.822
Categorías	8.50	5.63	9.50	1.71	.425
Fluidez Verbal Semántico	9.14	5.88	8.13	1.41	.492
Fluidez Verbal Fonológico	6.59	9.88	8.75	1.66	.434
Fluidez no verbal	8.07	7.25	8.63	.198	.906
Funciones Motoras	7.57	4.75	12.00	6.51	.038
Stroop tiempo	8.71	7.12	7.63	.364	.834
Stroop aciertos	7.29	7.75	9.50	1.31	.518

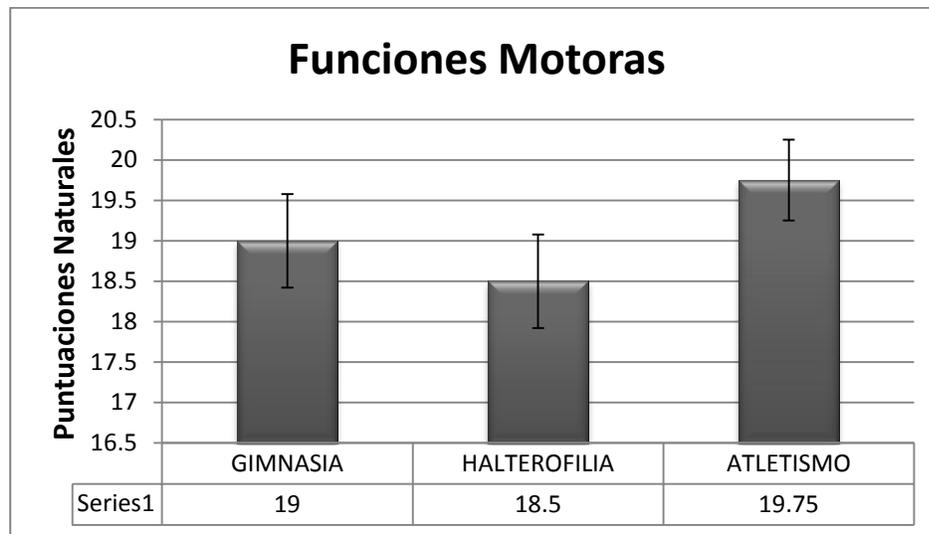


Fig. 2. Gráfica de las medias de los subgrupos de Deporte en la subprueba Funciones Motoras.

Y en las subpruebas de Memoria (Tabla 8), la diferencia significativa se observó nuevamente sólo en los subgrupos de Deporte, en dígitos en regresión ($X^2 = 8.5$; $p = .014$). Como se puede ver en la Fig. 3. la modalidad de Atletismo tuvo la media más alta ($x = 6$),

seguido de Gimnasia ($x = 5$), y en último lugar Halterofilia ($x = 3.75$). Entre los subgrupos de Ejercicio Físico no hubo diferencias significativas en ninguna subprueba de la batería NEUROPSI: Atención y Memoria.

Tabla 8. Rangos promedio y diferencias significativas entre subgrupos de deporte en subpruebas de Memoria.

	Memoria	Gimnasia	Halterofilia	Atletismo	X ²	p
CODIFICACIÓN	Dígitos en regresión	8.36	3.25	12.13	8.57	.014
	Cubos en regresión	7.79	5.50	10.88	3.11	.211
	Memoria espontánea	5.79	9.50	10.38	3.49	.174
	Pares asociados	8.86	6.00	8.50	1.20	.548
	Memoria Lógica-Historia	7.00	7.75	10.00	1.18	.553
	Memoria Lógica-Tema	8.00	7.00	9.00	1.14	.656
	Figura Rey Osterrieth	7.79	5.38	11.00	3.65	.161
	Caras	8.00	8.00	8.00	.00	1.00
	Memoria Espontánea	6.00	7.88	11.63	4.23	.120
	Memoria claves	6.79	6.00	12.13	5.10	.078
EVOCACIÓN	Memoria Reconocimiento	7.93	9.00	7.13	1.01	.601
	Pares asociados	7.57	9.00	7.75	.307	.858
	Memoria Lógica-Historia	7.43	7.25	9.75	.859	.651
	Memoria Lógica-Tema	7.93	7.13	9.00	1.01	.601
	Figura Rey Osterrieth	8.07	4.13	11.75	5.84	.054
	Nombres	8.57	5.50	9.50	2.04	.359
	Caras	7.93	7.13	9.00	1.01	.601

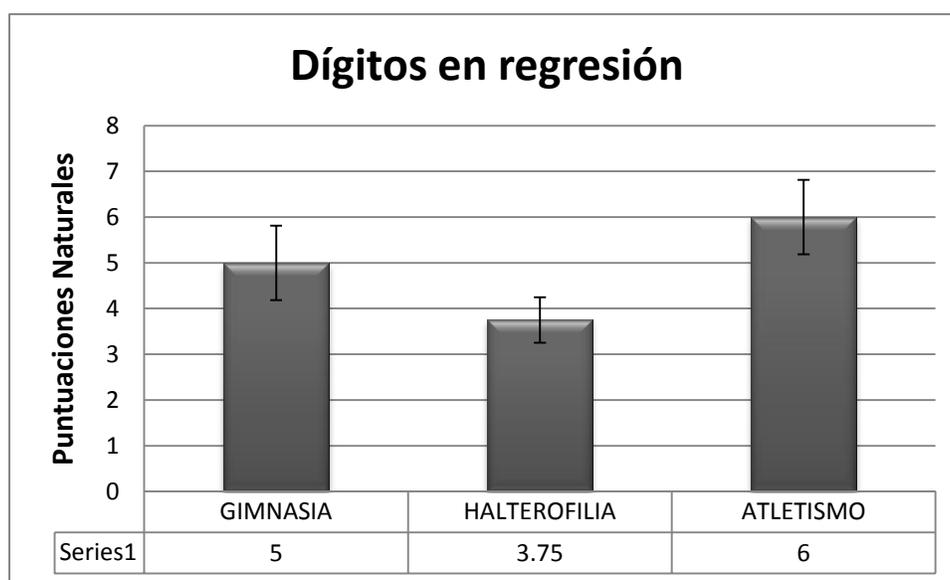


Fig. 3. Medias de los subgrupos Deporte en la subprueba dígitos en regresión.

Y para conocer el desempeño general en una curva normotípica de los tres grupos en la Batería NEUROPSI: Atención y Memoria, el análisis se hizo por medio de puntajes Z del Total Atención y Memoria (Fig. 4). A pesar que los grupos tiene un desempeño dentro del rango normal en la prueba neuropsicológica, al revisar las frecuencias de desempeño el grupo Sedentario muestra que está por debajo de la media, incluso con 2 desviaciones estándar, como se observa en la Fig. 4 inciso C, mientras que el grupo Deporte alcanza 1.5 desviaciones estándar por arriba de la media (Fig. 4, inciso A) y el grupo Ejercicio Físico muestra 1.5 desviaciones estándar tanto por arriba de la media como por abajo (Fig. 4, inciso B).

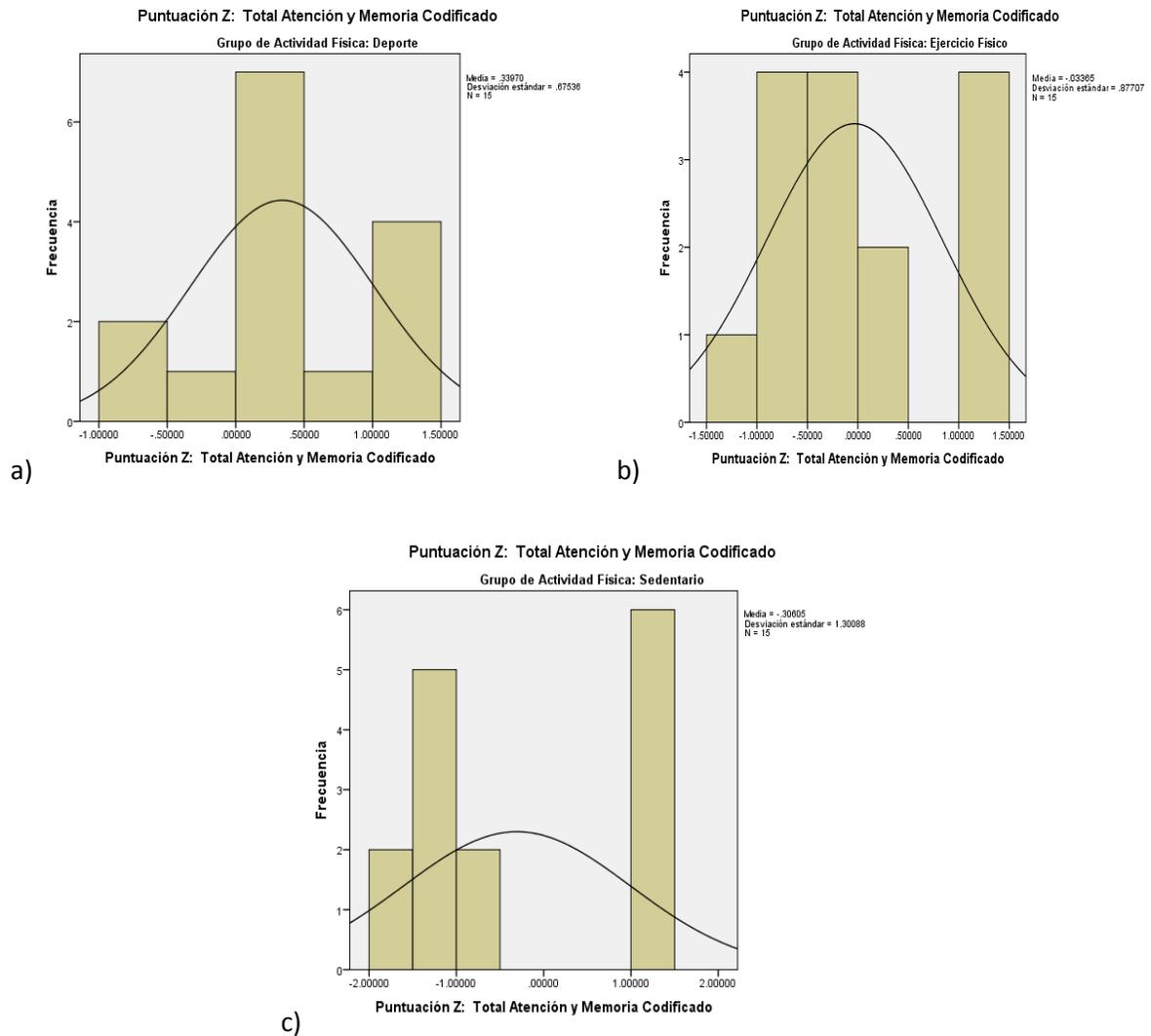


Fig. 4. Puntuaciones Z en el Total Atención y Memoria de la Batería NEUROPSI. (a = Grupo Deporte, b = Grupo Ejercicio Físico, c = Grupo Sedentario).

Capítulo 4. Discusión

El objetivo del presente estudio fue comparar el funcionamiento neurocognitivo en los procesos de atención y memoria entre adolescentes que realizan ejercicio físico o deporte, con un grupo de adolescentes sedentarios.

Las investigaciones han demostrado que tanto el ejercicio físico y el deporte se asocian a beneficios fisiológicos, psicológicos, neuropsicológicos, sociales y formación de hábitos saludables en las personas, causando un efecto positivo en la salud (Berlin & Colditz, 1990 citado en Gómez, Monteiro, Cossio-Bolaños, Fama, & Zanesco, 2010).

Lo efectos de la AF no sólo son en enfermedades no transmisibles, sociales y psicológicas, sino también, a nivel cerebral. El sistema nervioso evolucionó paralelo a la capacidad de movimiento del ser humano, por lo que ciertamente la actividad física altera positivamente el funcionamiento neuronal. Se ha observado en general, por medio de estudios realizados en animales y humanos, que el ejercicio físico libera un gran número de sustancias que regulan cambios estructurales y funcionales en el cerebro. La mayoría de estos cambios se inician a nivel molecular como respuesta al ejercicio y modulan algunos de los procesos cognitivos que muestran un mejor desempeño con la AF. (Ducassoou Varela, 2004).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación se encontró que la actividad física, ya sea deporte o ejercicio físico, tiene en los adolescentes un impacto favorable en el desempeño de tareas que involucran los procesos de atención, concentración y funciones ejecutivas (fluidez verbal y no verbal, categorización, abstracción, flexibilidad mental y memoria de trabajo verbal), lo cual muestra que la hipótesis donde se sugirió que el proceso de atención tendría puntuaciones más altas en los grupos de AF en comparación con el grupo Sedentario se cumplió. Los resultados mostraron que en el Total de Atención y Funciones Ejecutivas de la Batería: NEUROPSI, hubo diferencias significativas entre los tres grupos, teniendo un mejor desempeño el grupo de Deporte en comparación con los grupos Sedentario y Ejercicio Físico, mientras que el grupo de Ejercicio Físico tuvo diferencias menores con el grupo Sedentario. Lo anterior puede deberse a que el deporte al exigir mayor disciplina, un entrenamiento continuo, de mayor intensidad y duración tiene un mayor impacto en el desempeño cognitivo que el Ejercicio Físico. Cabe recordar que el

deporte de acuerdo a la clasificación de la actividad física por intensidad, se encuentra dentro de una AF vigorosa/intensa (CONADE, 2003), se ha observado que el ejercicio intenso aumenta la concentración de neurotransmisores como serotonina, dopamina, adrenalina, y noradrenalina (Drobnic, 2013). Como mostró el estudio con humanos de Winter et al. (2006), la realización de 2 carreras de 3 minutos a una alta intensidad, produjo un aumento en la concentración de sustancias después del ejercicio como el BDNF, lo cual se correlacionó con una mejora del aprendizaje verbal a corto plazo (1 semana) mientras que los niveles de dopamina y epinefrina se correlacionaron con una mejora en la memoria verbal a largo plazo (8 meses). Estos neurotransmisores también se correlacionan con el proceso de atención de acuerdo al modelo la intervención de tres sistemas de neurotransmisión: noradrenalina, dopamina y acetilcolina propuesto por Posner y Rothbart (2007), lo cual puede estar relacionado con las mejoras observadas en este estudio en el proceso de atención.

Otros resultados como los de Kubota (2002), quien aplicó un protocolo a jóvenes sanos sedentarios que consistía en correr moderadamente por 30 minutos, 3 veces a la semana durante 3 meses, tuvieron un mejor desempeño en atención, control inhibitorio y memoria de trabajo, el autor menciona que estos cambios se correlacionan con el mantenimiento de un flujo constante de sangre y oxígeno. Kubota también señala que las mejoras se pierden al interrumpir la AF, lo que sugiere que el desarrollo intelectual depende de la continuidad en el ejercicio físico. En la presente investigación el grupo de Deporte presenta una continuidad notoria en la práctica de su disciplina (en todas las modalidades Gimnasia, Atletismo y Halterofilia), mientras que el grupo de Ejercicio Físico (en cualquier de las tres modalidades Zumba, Correr y Gimnasio) en la historia clínica reportan que la práctica ha sido de manera interrumpida, aunque como criterio de inclusión debían practicar los últimos 6 meses, lo cual pudo influir en que la diferencia entre el grupo Ejercicio Físico y grupo Sedentario fuera menor.

Entre las subpruebas de Atención y Funciones Ejecutivas, la diferencia se encontró principalmente entre el grupo Deporte y grupo Sedentario en dígitos en progresión, detección de dígitos, formación de categorías, fluidez verbal fonológica y semántica, no verbal y funciones motoras. Como se observa la mayoría de las subpruebas se relacionan

con el proceso de Funciones Ejecutivas (FE), esto pueda deberse a que las tareas que se engloban en Funciones Ejecutivas son más sensibles a factores de estimulación en la adolescencia ya que apenas están madurando, en este caso específicamente la actividad física promueve una maduración más eficaz lo cual impacta en el desempeño cognitivo. Lo anterior es observado en el estudio de Narváez (2005), donde adolescentes entre 15-26 años del equipo de patinadores de carreras obtuvieron puntuaciones por encima de la población general en funciones ejecutivas, principalmente en velocidad de procesamiento y control inhibitorio (Stroop), aunque en este estudio en la tarea de Stroop no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de AF y el grupo Sedentario, lo que pueda deberse a los tipos de deporte que se usaron para esta investigación y que eran de modalidad individual y no en equipo, pero sí hubo diferencias en las demás tareas de FE (fluidez verbal y no verbal, categorización, abstracción, flexibilidad mental y memoria de trabajo verbal).

En cuanto al proceso de memoria ésta investigación muestra que la actividad física si tiene un impacto positivo en el desempeño de este proceso, pero en menor medida que en los procesos atencionales y funciones ejecutivas, lo cual muestra que la hipótesis que sugería que los grupos de AF tendrían puntuaciones por arriba que el grupo Sedentario en tareas de memoria se cumplió parcialmente, ya que como se observa en los datos, se presentaron diferencias significativas entre grupos en el Total de Memoria de la Batería NEUROPSI, siendo las diferencias únicamente entre grupo Deporte con Ejercicio Físico y Sedentario, mientras que entre el grupo Ejercicio Físico vs grupo Sedentario no hubo diferencias, lo que sugiere que la memoria al ser un proceso regido por partes neuroanatómicas casi completamente maduras en la adolescencia (Habermas & Silveira, 2008; Willoughby et al., 2012; Chen, McAnally & Reese, 2013; Heyes, Zokaei & Husain, 2016) necesita de una AF más específica, intensa y especializada para tener una mejoría notoria en esta etapa de la vida.

Resultados similares se obtuvieron al comparar el desempeño entre los diferentes tipos de práctica deportiva, siendo el subgrupo de Atletismo el que presentó la media más alta en el Total de Memoria, seguido de Gimnasia y finalmente por Halterofilia, lo que muestra que el proceso de memoria también es sensible al tipo de actividad física (aeróbico /

anaeróbico) que se practique, es así como se sugiere que tanto el tipo de AF junto con otras características como son la intensidad, la experiencia, los años que se lleva practicando la actividad, y su continuidad se requieren para estimular cambios en el proceso de memoria en comparación con los procesos de atención que requieren de una AF con características menos especializadas. Otra explicación por la cual el proceso de memoria muestra diferencias menores en comparación con el proceso atencional puede deberse a los cambios a nivel cerebral que la AF produce, como son una mayor oxigenación y flujo sanguíneo en el cerebro, respecto a esto algunos estudios muestran que en la atención los cambios son más inmediatos después de la práctica física en comparación con la memoria que muestra cambios a largo plazo, como se ve en el estudio de Winter (2003) mencionado anteriormente donde los cambios en memoria verbal se observan 8 meses después.

Con base a la literatura podemos suponer entonces que el proceso de memoria es más sensible a cambios por la actividad física durante la infancia y la tercera edad en comparación con la etapa de la adolescencia, debido que en la infancia las partes neuroanatómicas involucradas en la memoria están en desarrollo, por ejemplo en el estudio de Drobic (2013) se comparó los efectos de una sesión de 40 minutos de ejercicio tipo circuito o de juegos de equipo sobre la memoria verbal a largo y corto plazo en niños de 11 y 12 años. Los resultados mostraron que la memoria verbal a corto plazo mejoró solamente con los juegos de equipo, mientras que la memoria a largo plazo mejoró tanto después del ejercicio en circuito como con los juegos de equipo. En el estudio de Chaddock, Pontifex, Hillman & Kramer (2011), se observó que niños con edades comprendidas entre los 9 y 10 años con niveles de VO₂ elevados mostraban un hipocampo y ganglios basales de mayor volumen comparado con niños con niveles de fitness cardiovascular más reducidos, mostrando una correlación entre el volumen de estas dos áreas del cerebro y el rendimiento en tareas que requerían memoria visual, procesos de inhibición y memoria de trabajo.

Mientras que en la tercera edad, la AF funciona como un factor neuropreventivo del envejecimiento natural de las áreas cerebrales implicadas en la memoria, en un estudio transversal Erickson, Voss, Prakash, Basak & Szabo (2011) demostraron que en personas de edad avanzada existe una asociación directa entre el nivel de fitness cardiovascular y el volumen del hipocampo. En un estudio longitudinal posterior, los mismos autores

demonstraron que 12 meses de ejercicio cardiovascular son suficientes para producir un aumento del volumen del hipocampo en sujetos con una edad media de 60 años, este aumento del hipocampo se asoció a una mejora de la memoria espacial. En general la AF tiene un papel neuropreventivo en enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer, Parkinson y Huntington (Juan Francisco Marco Becerro, 2003), debido a la mayor producción del factor neurotrópico derivado del cerebro (BDNF), el cual se localizan en el hipocampo, amígdala, septum y núcleos del tracto solitario y está involucrado en la formación de memoria, aprendizaje y plasticidad cerebral (Brinder & Scharfman, 2004).

Durante la adolescencia las diferencias que se observan en tareas de memoria puede deberse a la neuroplasticidad cerebral que se presenta a lo largo de la vida, pero es durante la niñez y la juventud cuando se da con mayor facilidad (Dennis, 2010), es por ello que la AF, en este caso específicamente en el grupo Deporte y principalmente el cardiovascular el que estimula la neurogénesis y sinaptogénesis en zonas relacionadas con la formación de memoria, y aunque la memoria ya es proceso consolidado existen células nerviosas como las células gliales (específicamente los astrocitos) (Cotman, Berchtold, 2002) que alimentan y favorecen la potenciación sináptica produciendo un mejor funcionamiento cognitivo.

Por su parte en las subpruebas de memoria entre grupos observamos que la mayoría de las diferencias significativas son entre el grupo Deporte y grupo Sedentario tanto en codificación como en evocación, y solamente en las subpruebas de pares asociados y memoria de reconocimiento se presentaron diferencias entre el grupo Ejercicio Físico (EF) y grupo Sedentario, lo que puede indicarnos que el EF puede tener un impacto no en todas las tareas de memoria, pero si favorecer el desempeño en tareas que tiene indicadores o estímulos que mejoren la evocación durante la adolescencia.

El Total de la Bateria Atención y Memoria mostró nuevamente que el grupo Deporte tiene puntuaciones más altas por lo que la hipótesis, los adolescentes que practiquen actividad física, ya sea ejercicio físico o deporte, obtendrán puntuaciones superiores en atención y memoria, en comparación con el grupo control, que son adolescentes sedentarios, se cumple parcialmente ya que el análisis muestra que sólo en los procesos de atención y FE se encuentran diferencias significativas tanto en el grupo Deporte, como Ejercicio Físico,

mientras que en el proceso de memoria, solamente el grupo Deporte muestra diferencias significativas en comparación con el grupo Sedentario.

El análisis de la suma total de Atención y Memoria no presentó diferencias significativas entre los grupos, lo cual puede deberse a que en la adolescencia hay cambios estructurales especialmente de dos tipos progresivos y regresivos, uno de los procesos regresivos más importantes es la poda sináptica, que consta de la eliminación de conexiones que no se usa o conexiones que se han reforzado débilmente y ya no son funcionales (Gazzaniga et al., 2009 citado en Navarrete, 2016), este proceso está influenciado por factores ambientales (Craik & Bialystok, 2006), uno de ellos puede ser la actividad física, la cual fortalece conexiones relacionadas a los procesos atencionales y de memoria, es entonces la AF un factor que refuerza y hace más fuertes las vías de dichos procesos en adolescentes que se ejercitan, mientras que en adolescentes sedentarios las vías pueden mostrarse más débiles y se eliminan sin generar un deterioro cognitivo, es por ello que al hacer un análisis de ambos procesos juntos (atención y memoria) no se observan diferencias significativas, ya que la eliminación de las vías que no son estimuladas por la AF son un proceso de desarrollo normotípico durante la adolescencia.

Otra explicación para este resultado es que el desarrollo cerebral no es lineal, ni ocurre al mismo tiempo en todas las estructuras cerebrales. Gogtay et al., (2004) en su estudio muestran cómo la materia gris incrementa en los primeros años de vida y posteriormente descende principalmente en la corteza dorso-parietal, particularmente en la área sensoriomotora primaria y se expande de manera rostral hacia la corteza frontal y de manera caudal a las áreas parietales-occipitales y por último en la corteza temporal y corteza prefrontal dorsolateral, hasta el final de la adolescencia. Dicha maduración concuerda con el desarrollo funcional cognitivo. Las partes asociadas con funciones básicas maduran primero, áreas motoras y sensoriales, seguidas por las áreas que envuelven tareas de orientación espacial, lenguaje y atención (lóbulo parietal) y posteriormente maduran las áreas relacionadas con funciones ejecutivas, atención y coordinación motora (lóbulo frontal), como las vías cerebrales responsables de las funciones ejecutivas y ciertos procesos atencionales apenas están en formación durante la adolescencia, son éstas vías las que son más susceptibles a cambios producidos por cualquier tipo de AF. El hecho que los

resultado en el total de la Batería NEUROPSI no muestre diferencias significativas entre los tres grupos, puede deberse a que la batería está enfocada en evaluar el proceso de atención y memoria, y no se centra específicamente a evaluar en proceso de FE, el cual muestra ser un proceso muy sensible a estimularse durante la adolescencia para mejorar su desempeño, es por ello que en el Total de Atención y Memoria al englobar todas las pruebas y no sólo las de FE no muestran diferencias significativas.

Al analizar el desempeño por cada subprueba, se observó que únicamente el grupo Deporte mostró diferencias significativas en dos subpruebas: funciones motoras y dígitos en regresión; siendo Atletismo (AF aeróbica), la modalidad que obtuvo las medias más altas seguida de Gimnasia y Halterofilia (AF anaeróbica) las medias más bajas. Aunque en el grupo de Ejercicio Físico no hubo diferencias significativas, la modalidad de Correr (AF aeróbica), obtuvo también en su mayoría medias más altas y Gimnasio (AF anaeróbica), medias más bajas, lo cual pueda deberse a que algunas subpruebas tanto de atención como memoria son más sensibles al tipo de actividad física que se practique específicamente si son aeróbicas o anaeróbicas debido a los cambios neuroquímicos y fisiológicos que la AF aeróbica produce. Al respecto Sánchez (2010) en su estudio de caso de un joven de 20 años que participó en un programa de entrenamiento a la práctica del atletismo con duración de 15 sesiones reportó con base en la evaluación Neuropsicológica pretest y posttest que la práctica deportiva se asoció a una disminución de las dificultades en funciones motoras, significativa mejoría en la función de reconocimiento somato-sensorial, en las habilidades para el reconocimiento viso-espacial y viso-perceptual. Por su parte Erickson et al. (2011) observaron un aumento del volumen sanguíneo en el giro dentado del hipocampo en personas de mediana edad (21-45 años) después de tres meses de ejercicio aeróbico, lo cual se traduciría a un desempeño por arribar en tareas de memoria espacial. Este estudio muestra cómo se menciona en la literatura que las actividades aeróbicas parecen tener un impacto mayor en el desempeño cognitivo en comparación con las actividades anaeróbicas (EUFIC, 2016).

Es importante mencionar que los resultados de este estudio muestran de manera general que el grupo Deporte tiene puntuaciones por arriba del grupo Ejercicio Físico y Sedentario que denotan un mejor desempeño cognitivo, dichos resultados pueden estar influenciados de

manera relevante por el factor de experiencia, ya que el grupo Deporte tiene años de experiencia en la práctica de su deporte (en promedio 2 años), lo que sugiere que las sesiones de entrenamiento se han vuelto parte de su rutina diaria, un hábito, mientras que el grupo Ejercicio Físico muestra experiencia solamente de meses (sin alcanzar el año completo), y su práctica es interrumpida, mostrando una adherencia a la AF mucho menor que el grupo Deporte, lo cual puede ser un factor que impacta en el desempeño cognitivo.

Conclusiones

La presente investigación muestra que la práctica de una actividad física (AF) incrementa el desempeño de los adolescentes en tareas que involucran procesos atencionales-funciones ejecutivas (fluidez verbal y no verbal, categorización, abstracción, flexibilidad mental, memoria de trabajo verbal), y memoria.

Es el proceso atencional el que se observa más beneficiado por practicar cualquier tipo de AF, mientras que el proceso de memoria para obtener beneficios requiere de una AF de mayor intensidad, duración y continuidad en su práctica como lo es el deporte para generar un impacto. Y en ambos procesos es la AF de tipo aeróbica es la que muestra mayores beneficios.

Aunque el objetivo del estudio no fue evaluar las funciones ejecutivas, se observa que dicho proceso cognitivo también muestra un beneficio con la práctica de actividad física, en este caso particularmente se presentó un mejor desempeño de los adolescentes deportistas en formación de categorías, fluidez verbal y no verbal, funciones motoras y memoria de trabajo, mientras que en la prueba de Stroop no se observaron dichas diferencias como se ha observado en otras investigaciones.

Y de manera general, tanto cuantitativa como cualitativamente, se observa en el desempeño de la prueba NEUROPSI: Atención y Memoria que los adolescentes que practican AF tienen puntuaciones más altas en comparación con los adolescentes sedentarios, lo cual es un indicativo que la práctica de AF tiene efectos positivos en la adolescencia.

Limitaciones

Uno de los hallazgos de este estudio fue conocer que las funciones ejecutivas son un proceso cognitivo que se beneficia de la actividad física, sin embargo como el objetivo era conocer el impacto en los procesos de atención y memoria se eligió una batería que se centrará más en dichos procesos, por lo cual quizás una de las limitantes del estudio fue que no se incluyó una batería que evaluará el proceso de funciones ejecutivas más a fondo.

Otro de las limitaciones de este estudio es que la muestra fue pequeña para poder realizar un análisis más específico entre los subgrupos de Deporte y Ejercicio Físico para conocer si existen realmente diferencias significativas dependiendo del tipo de actividad física (en este caso principalmente aeróbico o anaeróbico) que se practica en los procesos de atención y memoria.

Sugerencias

En futuros estudios se sugiere investigar por medio de otras baterías más específicas el impacto que la actividad física tiene sobre las funciones ejecutivas durante la adolescencia, para conocer si al ser este un proceso de maduración durante esta etapa es más sensible que los procesos de atención y memoria.

Otra recomendación es aumentar el tamaño de la muestra para poder hacer un análisis y conocer si existen diferencias significativas entre el tipo de AF que se practique (aeróbico / anaeróbico) y si las variables de experiencia en la práctica de la AF es también un factor que impacte de manera importante en el desempeño cognitivo.

Para enriquecer estudios como este también se recomienda agregar más parámetros para clasificar la actividad física, como pueden ser cuestionarios estandarizados (Cuestionario Global de Actividad Física, GPAQ o Cuestionario Internacional de Actividad Física, IPAQ) o bien medidas fisiológicas que permitan conocer la intensidad de la actividad físicas que se esté practicando.

Otras variables que también deben de ser estudiadas en investigaciones posteriores son la personalidad de los adolescentes para que practiquen o no una actividad física y su relación con el desempeño cognitivo.

Por último se sugiere realizar más investigaciones con las diferentes clasificaciones de deporte que existen para conocer como impactan en el proceso de memoria, el cual parece ser más sensible al Deporte que al Ejercicio Físico.

Referencias

Actividad Física, OMS. Accedido el 8 de Mayo, 2015, desde <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>

Antunes, K.H., Santos, F. R., Cassilhas, R., Santos, V. R., Bueno, F.O. & Mello, M. (2006). Exercício físico e função cognitiva: Uma Revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(2), 108-114.

American Diabetes Association (2016). Recuperado: <http://www.diabetes.org/es/?referrer=https://www.google.com.mx/>

Ardila, A. & Roselli, M. (2007). *Neuropsicología clínica*. (1° ed.). México: Manual Moderno.

Ardila, A. & Ostrosky, F. (2012). *Guía para el diagnóstico neuropsicológico*. México: UNAM.

Baddeley, A., (2000). The episodic buffer. A new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.

Baddeley, A. (2003). Working memory. Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829-839.

Baddeley, A., Eysenck, M. & Anderson, M. (2010). *Memoria*. Madrid: Alianza Editorial.

Banich, M. (1997). Attention. En M. Banich, *Neuropsychology* (243-252). Boston: Houghton Mifflin Company.

Barth, J., Alves, W. & Ryan, T. (1989). Mild head injury in sports. Neuropsychological sequelae and recovery of function. En Levi, H., Eisenberg, J. & Benton, A, eds. *Mild Head Injury* (257-264).

Bauman, A., Phongsavan, P., Schoeppe, S. & Owen, N. (2006). Physical activity measurement: a primer for health promotion. *International Journal of Health Promotion and Education*, 13(2), 92-103.

Bauman, A., Phongsavan, P., Schoeppe, S. & Owen, N. (2006). *Medición de Actividad Física: Una guía para la promoción de la salud*. Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular.

Beneficios de la Actividad Física, OMS. Accedido el 8 de Mayo, 2015, desde http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_young_people/es/

Blakemore, S. & Choudhury, S. (2006). Brain development during puberty: state of the science. *Developmental Science*, 9(1), 11-14.

Blumenthal, A. J., Babyak, A. M., Moore, A. A., Craighead, W.E, Herman, S., Khatri, P., Waugh, R., Napolitano, A. M.... Krishnan, R.K. (1999). Effects of Exercise Training on Older Patients with Major Depression. *Archives of International Medicine*. 159(19), 2349-2356.

Buceta, J.M. & Bueno, A.M. (1998). *Tratamiento Psicológico de Hábitos y Enfermedades*. (1° ed.). Madrid: Ediciones Pirámide.

Caballero, A., Granberg, R. & Tseng, K. (2016). Mechanisms contributing to prefrontal cortex maturation during adolescence. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, (70), 1-8.

Cagigal, José María. (1979). Bases Antrofilosóficas para una educación física. *En Cultura Intelectual y Cultura Física*. (pp. 48-70). Buenos Aires. Kapelusz.

Cantón, E. & Sánchez, M. (1997). Deporte y calidad de vida: Motivos y actitudes en una muestra de jóvenes valencianos. *Revista de Psicología del Deporte*, (12), 119-135.

Cantón, E. (2010). La Psicología del Deporte como profesión especializada. *Papeles del Psicólogo*, 31 (3), 237-245.

Carreiro, R. L., Ribeiro, F. I. & Machado-Pinheiro, W. (2009). Comparação de desempenho de jogadores de voleibol e não esportistas em tarefas de orientação automática e voluntária da atenção visual: Um estudo exploratório. *Psicología: Teoría e Práctica*, 11(2), 38-49.

Caspersen, C., Powell, K. & Christenson, G., (1985): Physical activity, exercise and fitness: definitions and distinctions for health related research. *Public Health Reports*. 100 (2), 126-131.

Castillo Ceballos, G. (2001). *Los adolescentes y sus problemas*. (7° ed.). Pamplona: EUNSA.

Ceballos, G. O., Álvarez, B., J., Torres, B., A. & Zaragoza, C.J. (2009). *Actividad Física y calidad de vida en jóvenes, adultos y tercera edad*. (1° ed.). México: Trillas.

Chaddock, L., Pontifex, M., Hillman, C. & Kramer, A. (2011). A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, (17), 1-11.

Chen, Y., McAnally M. & Reese, E. (2013). Development in the organization of episodic memories in middle childhood and adolescence. *Behavioral Neuroscience*, 7(8), 1-9.

Choudhury, S., Charman, T. & Blakemore, S. (2008). Development of the teenage brain . *Mind, brain and education*, 2(3), 142-147.

Cohen Ronald, A. (2014). *The neuropsychology of attention*. (2° ed.). Boston: Springer.

Colcombe, S., Erickson, K., Scalf, P., Kim, J., Prakas, R., McAuley, E., Elavsky, S., Marquez, D., Hu, L. & Kramer, A. (2006). Aerobic exercise training increase brain volume in aging humans. *Journal Gerontology: Medical Science*, 61(11), 1166-1170.

Colegio Oficial de Psicólogos. (2008). Psicología de la actividad física y del deporte. *Perfiles Profesionales del Psicólogo*. España.

Coollican, H. (2005). *Métodos de investigación y estadística en Psicología*. México: Manual Moderno.

CONADE: *Actividad física beneficiosa para la salud* (2003). SEP. México, DF.

Cordero, A., Masiá, M. & Galve, E. (2014). Ejercicio Físico y Salud. *Revista Española de Cardiología*, 67(9). 748-753.

Cotman, C. & Berchtold, N. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in neurosciences*, 25 (6), 295-301.

Cox, H., Richard. (2009). *Psicología del deporte. Conceptos y sus aplicaciones*. (6° ed.). Columbia: Medica Panamericana.

Craik, F. & Bialystok, E. (2006). Cognition through the lifespan: mechanisms of change. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(3), 131-138.

Craig, C., Marshall, A., Sjostrom, M., Bauman, A., Booth, M., Ainsworth, B., Pratt, M., Ekelund, U.... Oja, P. (2003). International Physical Activity Questionnaire 12-Country Reliability and Validity. *Medicine & Science Sports and Exercise*. 35(8), 1381-1395.

De Caro, D. M., (2013). El estudio del cerebro adolescente: contribuciones para la psicología del desarrollo. *Acta Académica*, 29-31.

Dennis, M. (2010). Margaret Kennard (1899-1975): not a principle of brain plasticity but a founding mother of development neuropsychology. *Cortex* 46(8), 1043-159

Dósil, J. (2008). *Psicología de la actividad física y del deporte*. Madrid. Mc Graw Hill.

Drobnic, F., García, A., Roig, M., Gabladón, S., Tortalba, F., Cañada, D. & González-Gross, M. (2013). *La actividad física mejora el aprendizaje y el rendimiento escolar. Los beneficios del ejercicio en la salud integral del niño a nivel físico, mental y en la generación de valores*. Barcelona: FAROS.

Duccasou, V. (2006). Cuatro aproximaciones a la importancia del movimiento en la evolución y desarrollo del sistema nervioso. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6(22), 87-89.

Dunn, A. L., Trivedi, M. H. & O'Neal, H. A. (2001). Physical activity dose-response effects on outcomes of depression and anxiety. *Medicine & Science Sports and Exercise*, 33(6), 87-97.

Engert, F., Bonhoeffer, T. (1999). Dendritic spine changes associated with hippocampal long-term synaptic plasticity. *Nature*, 399(6), 66-70.

Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, S., J., Heo, S... Kramer, F. A. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017-3022.

EUFIC. European Food Information Council. *Physical Activity*. Accedido el 4-Julio-2016, desde <http://www.eufic.org/page/en/page/energy-physical-activity/?article=12>.

Fernando, A.A. & García, G. G. (2013). *Efectos del ejercicio físico de capacidades coordinativas en funciones cognitivas de atención, memoria y motoras de agilidad y coordinación general en adultos mayores de la ciudad de Cali*. Universidad del Valle, Santiago de Cali.

Flores, G., Ruiz, F. & García, E. (2009). Relación de algunos correlatos biológicos y demográficos con la práctica físico-deportiva en estudiantes universitarios. El caso de la Universidad de Guadalajara, México. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 5(14), 59-80.

Fominaya, G. & Orozco, P. (1988). Efectos psicósomáticos del ejercicio. *Apunts Medicina de l'Esport*, 25, 37-46.

García Sevilla, J. (1997). *Psicología de la atención*. (1º ed.). España: Síntesis.

Gazzaniga, M. (2009). *The cognitive neuroscience*. (4º ed.). Londres: Norton & Company, 39-47, 73-79.

Global Physical Activity Questionnaire, OMS. Accedido el 27 de Mayo, 2015, desde <http://www.who.int/chp/steps/GPAQ/en/>

Gogtay, N., Giedd, J., Lusk, L., Hayashi, K., Greenstein, D., Vaituzis, C., Nugent, T., Herman, D... (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8174-8179.

Gómez, R., Monteiro, H., Cossio-Bolaños, M., Fama, F. & Zanesco, A.(2010). El ejercicio físico y su prescripción en pacientes con enfermedades crónicas degenerativas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 27(3). 379-386.

Gutiérrez, J.P, Rivera, D.F., Shamah, L.T., Villalpando, H.S., Cuevas., N.L., Romero, M.M. & Hernández, A.M (2012) Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Resultados Nacionales. Cuernavaca, México. Instituto Nacional de Salud Pública

Habermas, T. & Bluck, S. (2000). Getting a life: The emergence of the life story in adolescence. *Psychological Bulletin*, 126(5), 748-769.

Habermas, T. & Silveiro, C. (2008). The development global coherence in life narratives across adolescence. *Development Psychology*. 44(3), 707-721.

Hernández, M. J. (1994). La delimitación del concepto de deporte y su organismo en la sociedad de nuestro tiempo. *Revista de Deporte y Educación Física, Kinesis*, (13), 76-80.

Heyes, B., Zokaei, N. & Husain, M. (2016). Longitudinal development of visual working memory precision in childhood and early adolescence. *Cognitive Development*, (39), 36-44.

Hillman, H., Erickson, K. & Kramer, A. (2008). Be Smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Science and society*, (9), 58-65.

Huang, E. & Reichardt, L. (2001). Neurotrophins: Roles in neuronal development and function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 677-736

Jiménez, G. A. (2005). *Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones*. (1° ed.). Barcelona: INDE.

Knaepen, K., Goekint, M., Heyman, M. & Meeusen, R. (2010). Neuroplasticity-exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor. A systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports Medicine*. 40(9), 765-801.

Khan, N. & Hillman, H., (2014). The Relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognitive: A review. *Pediatric Exercise Science*, (26), 138-146.

Lambe, E., Krimer, L. & Goldman-Rakic, P. (2000). Differential postnatal development and serotonin inputs to identified neurons in prefrontal cortex of rhesus monkey. *Journal of Neuroscience*, 20(23), 8780-8787.

Larracilla, G. M. (2004). *La formación de virtudes en las adolescentes a través del deporte*. Tesis de Licenciatura. Universidad Panamericana.

Lee, P. & Houk, P. (2008). Disorders of sexual differentiation in the adolescence. *Annals of the New York academy of sciences*, (1135), 67-75.

López, B.J., González de Cossio, O.M. & Rodríguez G, M.C. (2006). Actividad física en estudiantes universitarios: prevalencia, características y tendencia. *Medicina Interna de México*, 22(3), 189-196.

Luria Romanovich, A. (1984). *Atención y Memoria* (2° ed.). Barcelona: Martínez Roca.

Markland, D. & Ingledew, D. (2007). The relationships between body mass and body image and relative autonomy for exercise among adolescent males and females. *Psychology of Sports and Exercise*, 8(5), 836-856.

Matsudo, M.S. (2012). Actividad Física: Pasaporte para la salud. *Revista Medicina Clínica*, 23(3), 209-217.

Maureira, F. C. (2016). Plasticidad sináptica, BDNF y Ejercicio Físico. *Revista Digital de Educación Física*, 40(3), 51-63.

Medición de la Actividad Física, OMS. Accedido el 25 de Mayo, 2015, desde <http://www.who.int/chp/steps/GPAQ/es/>

McCrorry, P., Meeuwisse, W., Aubry, M., Cantu, B., Echemendia, R., Engerbreetsen, L., Jonhston, K... Turner, M. (2013). Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *Br. J Sports Medicine*, 47, 250-2568.

Narváez, B.M. (2005). *Características neurocognitivas y psicológicas de los patinadores de altos logros deportivos del departamento de Antioquia, en la modalidad de carreras*. Tesis de Maestría, Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín.

National Center for chronic disease prevention and health promotion. Cap. 3 *Physiologic Responses and Long-Term Adaptations to Exercise*. Accedido el 30 de Junio, 2016, desde <http://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/contents.htm>

Navarrete, A., N. (2016). Maduración de las propiedades de conectividad cerebral en la adolescencia (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.

Nelson, C., Thomas, K. & De Haan, M. (2006). Neural bases of cognitive development. En Damon, W. & Lerner, R (Ed.), *Child and Adolescent Development* (26-30). New Jersey: Jonh Wiley & Sons.

Núñez, R. (2005). Bienvenidos a la psicología del deporte y el ejercicio físico. En Weinberg y Gould. *Fundamentos de la psicología del deporte y el ejercicio físico*. Barcelona. Ariel.

O'Donnell, P. Adolescent maturation of cortical dopamine. *Neurotoxicity Research*. 18(4), 306-3012.

Oliva, D., A. (2007). Desarrollo cerebral y asunción de riesgo durante la adolescencia. *Apuntes de Psicología*, 25(3), 239-254.

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Medición de la Actividad Física*. Accedido el 25 de Mayo, 2015, desde <http://www.who.int/chp/steps/GPAQ/es/>

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Desarrollo en la adolescencia* 25 de Agosto de 2016, desde http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/es/

Organización Mundial de la Salud (OMS). *Primary prevention of coronary heart disease. Euro Reports and Studies*.

Organización Panamericana de la Salud, OPS. Accedido el 17 de Mayo, 2015, desde http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=28604#.VePPrtR_Oko

Orozco, C. G. (2011). *Neuropsicología de la atención, memoria, funciones ejecutivas y procesamiento emocional en personas transexuales*. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.

Ostrosky-Solis, F., Ardila, A. & Roselli, M. (2012). *NEUROPSI. Atención y Memoria*. México, DF.

Paluska, S.A. & Schwenk, T.L. (2000). Physical activity and mental health: current concepts. *Sports Medicine*, 29(3), 167-180.

Paredes, O. J. (2002). *El deporte como juego: un análisis cultural*. Tesis de Doctorado. Universidad de Alicante.

Parra, P. L. (2015). Impacto de la Actividad Física en el Desarrollo y Evolución de las Funciones Cognitivas. *Actualizaciones en Psicoterapia Integrativa*, (7), 86-94.

Pereira, A., Huddleston, D., Brickman, A., Sosunov, A., Hen, R., McKhann, G., Sloan, R., Gage, F., Brown, T & Small, S. (2007). An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proceedings of the national academy of science*, 104(13), 5638-5643.

Piedad, M. L., (2011). *Nivel De Actividad Física Según Variables Sociodemográficas En Estudiantes De Pregrado De 16 A 27 Años De La Universidad Libre Seccional Barranquilla*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.

Pineda, S. & Aliño, M. (2002). El concepto de adolescencia. En S.T. Rivero (Eds.), *Manual de prácticas clínicas para la atención integral a la salud de la adolescencia*. La Habana, Cuba: MINSAP.

Portellano, J. (2005). *Introducción a la neuropsicología*. (1° ed.). España: McGrawHil.

Portellano, J. (2014). *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria* (1° ed.). Madrid: Síntesis.

Purves, D., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Katz, L., LaMantia, A. & McNamara, M. (2001). *Invitación a la neurociencia*. (1° ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.

Purves, D., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Hall, W., La Mantia, A. & McNamara, J., (2012). *Neuroscience*. (5° ed.). España: Médica Panamericana.

Putukian, M. (2011). Neuropsychological testing as it relates to recovery from sports-related concussion. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 3,425-432.

Rains, G. G (2003). *Principios de la neuropsicología humana*. México. Mc Graw Hill.

Ramírez, W., Vinaccia, S. & Ramón, G. (2004). Impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico. *Revista de Estudios Sociales*, (18), 67-75.

Ramírez, W. (2003). Niveles de funcionamiento neuropsicológico: atención, memoria y capacidad intelectual en jugadores de baloncesto. *Efdeportes* 9(66). Disponible: <http://efdeportes.com/efd66/neurop.htm>

Ramírez, S., W. (2012). *Algunas incidencias de la actividad física y deporte en la cognición, una revisión teórica*. Laboratorio Integrado de Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y Deporte. Universidad de Antioquia.

Rivera, L. (2009). *Influencia de los deportes de combate en la agresividad y autocontrol en adolescentes*. Tesis de Licenciatura. Universidad Metropolitana. Recinto de Cupey.

Rivera, S. & García, M. (2012). *Aplicación de la estadística a la psicología*. (1° ed.) México. Porrúa.

Robles, M, P. (2011). *El efecto de la actividad física y el deporte sobre el estrés, la ansiedad y la depresión en estudiantes de nivel medio superior y superior: una revisión*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Rodrigues, C.L., Ribeiro, F. I. & Machado-Pinheiro, W. (2009). Comparação de desempenho de jogadores de voleibol e não esportistas em tarefas de orientação automática e voluntária da atenção visual: Um estudo exploratório. *Psicologia: Teoria e Prática*, 11(2), 38-49.

Romero, T. (2009). Hacia una definición de Sedentarismo. *Revista Chilena de Cardiología*. 28(4), 409-413.

Rolland, Y., Pillard, F., Klapouszczak, A., Reynish, E., Thomas, D., Andrieu, S., Riviere, D. & Vellas, B. (2007). Exercise program for nursing home residents with Alzheimeré disease a 1 year randomized, controlled trial. *Journal compilation, The American Geriatric Society*, 55(2), 158-165.

Ruiz, P. (2008). “El primer psicólogo deportivo de Estados Unidos: Coleman Griffith”. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 4(13), 119-121.

Salazar, W. (2003). Deporte, salud y calidad de vida. En Álvarez, P. E., González, B. R., Salguero, V. A., Taberner, S. B. & Tuero, P. C. (Eds), *Psicología de la Actividad Física y el Deporte* (553-557). Costa Rica: Servicio de Publicaciones.

Sánchez, S. M., (2010). Deporte, Psicología y Neurociencia. Una integración hacia la potencialización personal y el bienestar humano. *Kinesis*, (5), 5-17.

Sánchez, S. M., (2010). Deporte, Psicología y Neurociencia. Una integración hacia la potencialización personal y el bienestar humano. *Kinesis*, 55, 23-31.

Sánchez, L. J., Fernández, T., Silva-Pereyra, J., Martínez, J.A. & Moreno, A.A. (2014). Evaluación de la atención en deportistas de artes marciales expertos vs. Novatos. *Revista de psicología del Deporte*, 23(1), 87-94.

Serrano, H. L. (2005). *Psicología del deporte: historia, contextualización y funciones*. Armenia. Kinesis.

Sibley, B. A. & Etnier, J.L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: A Meta-Analysis. *Pediatric exercise science*, (15), 243-256.

Singh, M. & Stauth, C. (1997). *Brain Longevity*. Recuperado de: <https://books.google.com.mx/books?id=8yMmj9uU8eEC&pg=PT4&lpg=PT4&dq=art%C3%ADculo+de+SinghKhalsa+%26+Stauth+1997&source=bl&ots=KXlnHwp8Q6&sig=8y29lrVUkAVYcUSQi2ptypfVew&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwi79YOzsbTTAhXBOyYKHZMEBHAQ6AEILzAC#v=onepage&q=art%C3%ADculo%20de%20SinghKhalsa%20%26%20Stauth%201997&f=false>.

Shai, I., Schwarzfuchs, D., Henkin, Y., Shahar, D., Witkow, S. & Greenberg, I. (2008). Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *The new England journal of Medicine*, 359(3), 229-241.

Sport Neuropsychology Society. (2012). *Sport Neuropsychology: definition, qualifications and training guidelines*.

Solís, H., Hernández, L. E. (2009). Neuroanatomía Funcional de la Memoria. *Archivos Neurociencias*, 14(3), 176-187.

Sowell, E., Thompson, P., Tessner, K., Toga, A. (2001). Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsolateral cortex: Inverse relationships during post-adolescent brain maturation. *The Journal of Neuroscience*, 21(22), 8819-8829.

Tanaka, K., Quadros, J.R. & Santos, R.F. (2009). Benefits of physical exercise on executive functions in older people with Parkinson's disease. *Brain and Cognition*, 69(2), 435-441.

Tamnes, C., Walhovd, K., Grydeland, H., Holland, D., Ostby, Y., Dale, A., Fjell, A. (2013). Longitudinal working memory development is related to structural maturation of frontal and parietal cortices. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(10), 1611-1623.

Tamorri, S. (2004). *Neurociencias y deporte: psicología deportiva, procesos mentales del atleta*. Barcelona: Paidotribo

Téllez, A., Téllez, H., Mendoza, E., Butcher, E., Pacheco, C., Tirado, H. (2002). *Atención, aprendizaje y memoria*. (2° ed.). México: Trillas.

Tobal, M., Díaz, M. & Navlet, S. (2001). El efecto del ejercicio físico sobre la ansiedad y la depresión. *Psicología y Psicopatología Médico Deportivo*, 10(1), 43-51.

Van Amersfoort, Y. (1996). Prescripción del ejercicio físico y salud mental. En Serra, G. (Ed). *Prescripción del ejercicio físico para la salud* (304-337). Barcelona: Paidotribo.

Webbe, M. F. (2011). *The handbook of Sport Neuropsychology*. New York. Springer Publishing Company.

Weinberger, D., Elvevag, B. & Giedd, J. (2005). *The adolescent brain: A work in progress*. The National Campaign to prevent teen Pregnancy.

Weinberg, R. (2010). *Fundamentos de psicología del deporte y del ejercicio físico*. Madrid. Panamericana.

Welk, J. (2002). *Physical activity assessments for health-related research. Human Kinetics*. Recuperado de: <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=O9-vt1CZJp8C&oi=fnd&pg=PR9&dq=physical+activity+assessment+for+health+related+research&ots=>

Willoughby, K., Desrocher, Mary., Levine, B., Rovet, J. (2012). Episodic and semantic autobiographical memory and everyday memory during late childhood and early adolescence. *Frontiers in psychology*, 3(53), 1-15.

Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A., Krueger, K., Fromme, A... Knecht, S. (2006). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, (87), 597-609.