



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

***MEMORIA DE TRABAJO
VISOESPACIAL EN BAILARINES***

P R E S E N T A

Emily Juliette Memije Almanza

T E S I S

Para obtener el título de
Licenciada en Psicología

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Carmen Selene Cansino Ortiz

REVISORA DE TESIS

Dra. Martha Patricia Trejo Morales

SINODALES

Dr. Antonio Paulino Zainos Rosales

Dr. Luis Rodolfo Bernal Gamboa

Mtra. Angélica Larios Delgado



Ciudad Universitaria, CD. MX., 2023.



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.

Agradecimientos

Dra. Selene, muchas gracias por todos estos años de enseñanza y apoyo en mi carrera profesional. Para mí ha sido un placer tenerla como mentora y ejemplo a seguir en mi vida académica.

Cuando pienso en una gran investigadora, es usted.

Gracias, mamá por estar a mi lado día y noche, por tu cariño, por tus cuidados, tus ánimos, tus abrazos cálidos, tus palabras de aliento, por recordarme diario que me amas, por tu confianza.

Cuando pienso en amor incondicional, eres tú.

Gracias, papá por tu impulso, por tu arduo trabajo para que jamás me faltara nada, por tus ánimos para que siempre siga adelante y me supere cada día más, por todo tu amor, tus bromas y tu cariño.

Cuando pienso en fortaleza, eres tú.

Gracias Irlanda por ser mi compañera toda la vida, por ser mi mejor amiga, por estar para mí, por las salidas en auto, por los conciertos, por hacerme reír, por confiar en mí, por ser mi fotógrafa y modelo, por ser mi compañía en lugares desconocidos y por tu cariño. Cuando pienso en complicidad, eres tú.

Gracias Zhaid por aparecer en mi vida y quedarte en ella, por ser mi mayor confidente, por tantísimo amor, por creer en mí, por tu esfuerzo, por los momentos felices, tristes y divertidos; por siempre apoyarme sin importar qué, por darlo todo por mí, por dejarme amarte y apoyarte también.

Cuando pienso en el amor de mi vida, eres tú.

Gracias grandma y abuelo por apoyarme toda la vida tanto emocional como académicamente, por ir por mí a la escuela, por hacerme de comer, por los taquitos de huevo con frijol de grandma en las mañanas de verano y el arroz del abuelo en las comidas de la tarde; por los domingos, por las pláticas, por la preocupación, el amor y el cariño.

Cuando pienso en bondad, son ustedes.

Gracias a mi familia por estar presente en mi vida, por quererme, por apoyarme, por sacarme sonrisas en cada ocasión que nos reuníamos y por estar. Isra, Illy, madrina Ángeles, Pepe, Joan y abuelita Tere.

Cuando pienso en el verdadero significado de la familia, son ustedes.

Gracias Tania por ser mi amiga desde que éramos niñas y por convertirte en mi mayor confidente en tan poco tiempo. Gracias por todas las pláticas profundas, por compartir el amor a la música, por escucharme siempre que las cosas se ponían difíciles y por compartir tantas experiencias juntas; por quererme en todas mis etapas y estar para verme crecer y dejarme verte crecer.

Cuando pienso en alma gemela, eres tú.

Gracias a mis amigos de la Facultad que hicieron mi vida universitaria más memorable. Gracias Masami por ser mi primera amiga y apoyo en un lugar desconocido y difícil para mí. Gracias Pepe, Zyanya, Odily, Vanessa, Ralde y Esteban, por ser los mejores amigos que haya podido tener, por todas las clases compartidas, los proyectos, las salidas, las experiencias y los grandes momentos a su lado; los llevaré siempre en mi corazón, y les deseo la mejor de las vidas a cada uno de ustedes, con la esperanza de siempre encontrarnos en el camino. Cuando pienso en la universidad, son ustedes.

Gracias a mis profesores que me enamoraron de mi carrera, al Dr. Eduardo Calixto, a la Dr. Alicia Roca, Dr. Raúl Ávila, a la Mtra. María del Carmen Camacho, a la Dra. Corina Cuevas, a la Dra. Laura Shneidman, al Dr. Rodrigo Pedroza, a la Dra. Claudia Navarro, a la Dra. Patricia Campos Coy, a la Dra. Alejandra Ruíz y a la Dra. Selene Cansino. Cuando pienso quiénes me formaron de verdad como profesionalista, son ustedes.

Gracias a todas y cada una de las personas que transitaron en mi vida desde el 2017 hasta este momento. Estén o no conmigo actualmente, todos ustedes dejaron una parte suya en mí que impactó para que hoy fuera la persona que soy.

Celebro con todos este logro, con la motivación de seguir cosechando muchos más a lo largo de mi estancia en esta vida.

Gracias.

“Nos pasamos años sin vivir en lo absoluto, y de pronto toda nuestra vida se concentra en un instante.”

Oscar Wilde.

Resumen

La memoria de trabajo (MT) es un sistema de almacenamiento temporal de información que se utiliza para llevar a cabo tareas cognitivas complejas. El modelo multicomponente de la MT incluye al ejecutivo central, el bucle fonológico, el buffer episódico y la agenda visoespacial. Esta última almacena y manipula imágenes visuales, movimiento y orientación espacial. Su desempeño se ve influido por diversos factores, entre ellos, la actividad física, que se ha demostrado mejora el desempeño de la MT. La danza, una disciplina que involucra al ejercicio, además de factores sociales, estéticos, musicales, rítmicos, entre otros, también parece tener una influencia positiva en la MT visoespacial. Debido a la escasa investigación sobre la relación entre la MT visoespacial y la danza, se desconoce si la mejora en las tareas de memoria en bailarines se debe exclusivamente al ejercicio realizado, o si tiene que ver con las características particulares de la danza. Por ello, el objetivo de este estudio fue realizar un análisis comparativo en el desempeño de una tarea de MT visoespacial en adultos jóvenes bailarines, deportistas y sedentarios. Se utilizó una muestra de 90 participantes divididos en tres grupos. Los participantes realizaron una tarea de MT donde se les pidió detectar si hubo un cambio en el espacio en el que se presentaron dos secuencias de estímulos. Los resultados mostraron que no hay diferencias significativas en el porcentaje de respuestas correctas ni en los tiempos de reacción de estas respuestas en la tarea de MT entre los grupos. Lo que indica que ni la actividad física aeróbica ni las características propias de la danza influyeron en el desempeño de la memoria de trabajo espacial.

Palabras clave: memoria de trabajo, memoria de trabajo espacial, actividad física, danza, inactividad física.

ÍNDICE

Antecedentes.....	6
Justificación.....	21
Método.....	22
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	22
HIPÓTESIS.....	22
VARIABLES.....	22
<i>Variables atributivas</i>	22
<i>Variables dependientes</i>	23
PARTICIPANTES.....	23
INSTRUMENTOS Y APARATOS.....	24
ESTÍMULOS.....	24
PROCEDIMIENTO.....	25
<i>Tarea de memoria de trabajo visoespacial</i>	26
ANÁLISIS DE DATOS.....	28
Resultados.....	29
Discusión.....	35
Limitaciones y sugerencias.....	39
Conclusión.....	40
Referencias.....	41
ANEXO.....	47

Antecedentes

La memoria de trabajo se ha descrito como un sistema temporal de retención y almacenamiento de información necesaria para la realización de tareas cognitivas complejas, tales como la lectura, comprensión de lenguaje y razonamiento (Baddeley, 1992). En 1974, Alan Baddeley y Graham Hitch mencionaron este concepto por primera vez y abrieron una nueva vertiente en la concepción de la memoria que en ese momento únicamente se clasificaba en memoria sensorial, a corto y a largo plazo.

El primer modelo de Memoria de Trabajo (Baddeley y Hitch, 1974) describe el papel de un ejecutivo central que coordina dos subsistemas necesarios para la memoria de trabajo: el bucle fonológico y la agenda visoespacial. El ejecutivo central se concibió inicialmente como un sistema o una “alberca” de recursos limitados y de capacidad de procesamiento general que controla la atención y otros procesos de orden mental. Posteriormente, se le atribuyeron otras funciones, como la capacidad de concentrar, dividir y cambiar la atención (Baddeley 2006; Baddeley 2007 citado en Bablekou, 2009).

El bucle fonológico es un sistema que almacena información acústica durante uno o dos segundos después de la presentación de un estímulo y que contiene un proceso de control articulatorio que permite verbalizar los estímulos retenidos en la memoria (Baddeley, 1992). El funcionamiento de este sistema se puede observar en acción cuando nos piden memorizar un número telefónico y estamos verbalizando en nuestra mente el número una y otra vez para no olvidarlo, formando así un bucle fonológico.

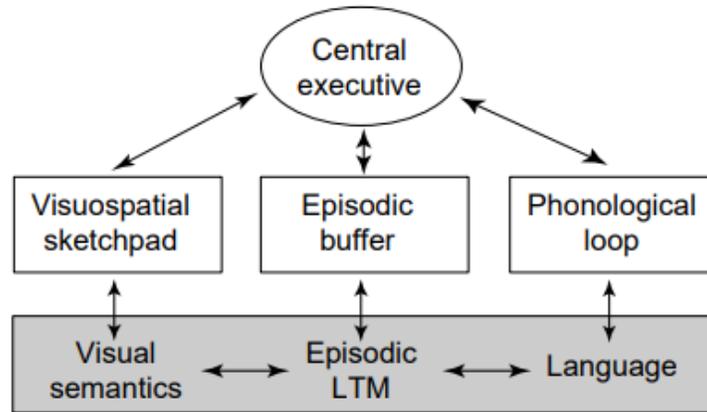
La agenda visoespacial se encarga de almacenar y manipular imágenes visuales e información que involucra movimiento y dirección en el espacio. Implica una variedad de

tareas cognitivas como la orientación geográfica, la construcción y manipulación de imágenes, el mapeo mental y la planeación de tareas espaciales (Baddeley, 1997 en McAfoose & Baune, 2009). Se considera que la agenda visoespacial opera como una interfaz entre la visión, la atención y la acción (Bablekou, 2009). Se ha demostrado que la memoria de trabajo es capaz de retener hasta cuatro elementos en la memoria visual tras una sacada (movimiento rápido de los ojos entre un punto de fijación y otro) (Irwin & Andrews, 1996). Hacemos uso de este subsistema, por ejemplo, cuando recibimos indicaciones de hacia dónde dirigimos para encontrar una dirección.

El buffer episódico fue el último componente que Baddeley (2000) agregó al modelo para contestar a la pregunta de dónde se almacena la información fonológica y semántica para ser manipulada, si es que el ejecutivo central no tiene capacidad de almacenamiento. Por lo que el buffer episódico se describe como un sistema temporal de comprensión de códigos multimodales, es decir, es capaz de integrar información de diferentes fuentes. Asimismo, mantiene los enlaces entre el bucle fonológico, la agenda visoespacial y la memoria a largo plazo. De esta manera, puede considerarse como una fracción desprendida de lo que anteriormente se le reconocía al ejecutivo central. Además, el buffer episódico sirve como una etapa importante en el aprendizaje episódico a largo plazo, es decir, la información que aprendemos y recuperamos de manera consciente (Ver Figura 1).

Figura 1.

Modelo multimodal de memoria de trabajo



Nota: Adaptado de “The episodic buffer: a new component of working memory?”, (p. 421) por A. Baddeley, 2000, *Trends in Cognitive Science*, 4(11).

A pesar de que el modelo de Baddeley y Hitch (1974) de memoria de trabajo ha sido el más aceptado, otros investigadores propusieron modelos alternativos para describir a la memoria de trabajo. Daneman y Carpenter (1980) orientaron el concepto de memoria de trabajo hacia el procesamiento del lenguaje, argumentando que este proceso cognitivo demanda almacenamiento y procesamiento simultáneo de la información, características esenciales de la memoria de trabajo. Además, concibieron a la memoria de trabajo como una parte activa de la memoria a largo plazo. Según estos autores, lo que determina qué tan bueno será el desempeño de la memoria de trabajo será la eficacia de su procesamiento. Haciendo una analogía, lo que para Daneman y Carpenter (1980) es la memoria de trabajo, para Baddeley y Hitch (1974) representa el ejecutivo central (Bayliss *et al.*, en Bablekou, 2009).

Cowan describe un modelo de procesos incrustados o *embedded-process model* donde la memoria de trabajo es en realidad parte de la memoria a largo plazo, que se activa dependiendo del nivel de atención. Bajo esta perspectiva, la memoria de trabajo es un mismo sistema con diferentes procesos: información almacenada en la memoria a largo plazo, porción activada de la memoria (que sería análogo al ejecutivo central en el modelo de Baddeley y Hitch, 1974), y el foco de atención de capacidad limitada, donde se procesa la información (Bablekou, 2009).

Para fines de esta investigación, se utilizará el modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974) como marco de referencia, ya que nos permite clasificar y estudiar de manera independiente la memoria de trabajo visoespacial, objetivo de la presente investigación.

La memoria de trabajo espacial se ha descrito como la capacidad para almacenar y manipular temporalmente información visual. Evolutivamente, reconocer objetos en cuanto a su identidad y ubicación nos permite tomar decisiones, como aproximarnos o huir de ellos dependiendo de su nivel de peligro o beneficio para nosotros (McAfoose & Baune, 2009).

Se ha hecho la pregunta de si la memoria de trabajo visoespacial involucra únicamente un mecanismo de almacenamiento y procesamiento de información o si más bien son dos mecanismos separados en información visual y espacial. Logie y Marchetti (1991) hicieron esta distinción clasificando a la información visual como los atributos físicos de los estímulos (como color y forma), y a la información espacial como la localización o secuencia de movimiento de los estímulos.

Investigaciones sobre los mecanismos neuroanatómicos del procesamiento de información visual han descubierto dos vías principales para la percepción visual: 1) el reconocimiento

de objetos o vía ventral y 2) la localización espacial o vía dorsal; llamadas respectivamente las vías del qué y el dónde (Carlson, 2014). Lo anterior se ha observado en experimentos de memoria de trabajo visoespacial que requieren identificar estímulos y localizarlos en el espacio (e.g. Darling, Della & Logie, 2007). En un estudio de revisión (McAfoose & Baune, 2009) se sugirió que el procesamiento visual también incluye la participación de los lóbulos frontales para llevar a cabo funciones ejecutivas como la planeación y el control del movimiento. Adicionalmente, se ha involucrado al hipocampo derecho en tareas de memoria de localización de objetos en las que se emplea el procesamiento allocéntrico, que se refiere a las representaciones espaciales donde el ambiente es el marco de referencia para la ubicación del espectador. Por el contrario, el hipocampo izquierdo parece participar en tareas de memoria episódica. Ambos hemisferios se asocian con funciones de la memoria espacial, como marco de referencia, dimensionalidad y orientación (Burgess *et al.*, 2002).

Uno de los procedimientos que se ha utilizado para estudiar la memoria de trabajo visoespacial ha sido a través de tareas de detección de cambio (e.g. Philips, 1974). Se les muestra a los participantes una matriz donde se presenta un patrón de estímulos, posteriormente se les presenta otro patrón que puede ser idéntico o similar, y se les pide identificar si los patrones son iguales o diferentes. El desempeño varía dependiendo de la duración del intervalo entre estímulos, la complejidad del patrón, y los estímulos distractores que puedan o no presentarse, así como el tipo de estímulos que se utilizan para evaluar la memoria de trabajo visoespacial.

Investigaciones han demostrado la estrecha relación entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo. Desde el modelo de procesos incrustados de Cowan, hasta investigaciones en las que se ha demostrado que la memoria a largo plazo apoya a un mejor desempeño en tareas

de memoria de trabajo visoespacial: En un estudio (Blalock, 2015) se realizaron distintos experimentos para examinar si un entrenamiento con ciertos estímulos visuales facilitaba la consolidación de la información en la memoria de trabajo. Los resultados mostraron que los estímulos almacenados en la memoria a largo plazo facilitaban el procesamiento de la memoria de trabajo visual, es decir, los participantes recordaron mejor los estímulos conocidos a diferencia de los estímulos novedosos; reforzando así la evidencia de que la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo tienen una alta interacción.

Se ha demostrado que el ejercicio tiene efectos benéficos en la memoria y el aprendizaje (Wang & Wang, 2016). En este estudio con ratas se investigaron los efectos de diferentes intensidades de ejercicio en la memoria de trabajo y la memoria a corto plazo, los sujetos fueron sometidos a un entrenamiento de 30 minutos por 30 días en cuatro diferentes intensidades: control, baja, moderada y alta. Los resultados mostraron un incremento de densidad neuronal hipocampal en las regiones CA1, CA3 y el giro dentado. Además, se mostró una mejoría en el desempeño en la memoria de trabajo en los grupos de intensidad baja, moderada y alta: el grupo de baja intensidad mostró un mejor desempeño en la memoria de trabajo cuando en la tarea se presentaban estímulos con una demora de 10 segundos; mientras que los grupos de intensidad moderada y alta mostraron un mejor desempeño cuando en la tarea los estímulos tenían una demora de 60 y 300 segundos. Los autores mencionan que una demora larga implica que la corteza prefrontal, el centro de la memoria de trabajo, requiere además la intervención del hipocampo, parecidas a tareas de memoria a largo plazo, por lo que una intensidad moderada/alta del ejercicio podría beneficiar en este tipo de tareas; mientras que una demora corta implica un protagonismo de la corteza

prefrontal, siendo una intensidad baja de ejercicio lo más benéfico. No obstante, dejan abierta la pregunta de la correlación entre el nivel de intensidad de ejercicio y la memoria de trabajo.

En estudios con humanos se ha visto que la actividad física reduce el deterioro cognitivo (Hamer & Chida, 2008). El riesgo de desarrollar demencia puede reducirse en un 28% mientras que el riesgo de desarrollar la enfermedad de Alzheimer, un 45%. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones no precisan la frecuencia, duración, intensidad o el tipo de ejercicio asociado a la prevención de enfermedades neurodegenerativas, así como tampoco se precisa la edad de inicio de la actividad física para reducir el deterioro cognitivo.

Además, se ha observado que el ejercicio genera un incremento del gen BDNF (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*) en el hipocampo, neurogénesis de células granulares en el giro dentado, aumento en niveles de glutamato, dopamina, serotonina (cuyos axones inervan a estructuras corticales y subcorticales que regulan comportamientos sensoriomotores y cognitivos), noradrenalina y adrenalina; así como un efecto benéfico en la corteza prefrontal (Acevedo, Ávila & Cárdenas, 2014).

Se ha demostrado un incremento en el tamaño del hipocampo derivado de una intervención con ejercicio aeróbico. Erickson *et al.* (2011) realizaron una intervención de 1 año en adultos mayores. El grupo experimental realizó ejercicios aeróbicos 3 días por semana y fueron comparados con el grupo control, quienes únicamente hicieron estiramientos los mismos días a la semana. Adicionalmente se les aplicó un paradigma de memoria espacial que consistía en mostrarles a los participantes una pantalla con 1, 2 o 3 puntos negros en ubicaciones aleatorias durante 500 ms, los puntos desaparecían por 3 segundos y posteriormente aparecía un punto rojo en la pantalla. Se les pedía a los participantes reportar si el punto rojo se encontraba en alguna de las locaciones donde habían estado los puntos negros anteriormente

o si era una ubicación diferente. En sus resultados pudieron observar, a través de imágenes de resonancia magnética, que el hipocampo del grupo experimental incrementó entre 1.97% y 2.12%; particularmente se mostró un incremento en el hipocampo anterior, cuyas células se han relacionado con la adquisición de memoria espacial (Moser *et al.*, 1995 en Erickson, 2011). Además, en la investigación se encontró una relación directa entre el incremento de volumen hipocampal y un mejor desempeño de la tarea de memoria espacial.

En un estudio de revisión del efecto del ejercicio en el funcionamiento cognitivo en adultos mayores (Vargas *et al.*, 2006) se concluyó que los hábitos de actividad física posteriores a las intervenciones, es decir, si los sujetos eran activos o sedentarios antes de iniciar el estudio, no propició diferencias significativas en el mejoramiento cognitivo al realizar el programa de ejercicio. Lo cual podría indicar que se necesita de un cierto nivel de intensidad y constancia para observar cambios derivados de la actividad física. La Organización Mundial de la Salud (2010) estableció que, para generar un mejoramiento en funciones cardiorrespiratorias, musculares, enfermedades no transmisibles y depresión, los adultos entre 18 a 64 años deberían de realizar un mínimo de 150 minutos de actividad aeróbica moderada por semana, o 75 minutos de actividad física vigorosa por semana.

Se han investigado los efectos de una sesión de ejercicio sobre distintas habilidades cognitivas (Chang *et al.*, 2012). En estos estudios, se ha dividido a los participantes por intensidad de ejercicio (ejercicio intenso, moderado y ligero), duración del ejercicio, momento del día en que se realiza ejercicio y grupos de edad (niños, adolescentes, jóvenes adultos, adultos y adultos mayores). Los resultados han mostrado que la intensidad del ejercicio no es una variable que afecte en el desempeño de las tareas cognitivas; e independiente de la tarea que se administre, el ejercicio solo afecta si su duración es mayor

a los 20 minutos por sesión. También se han visto efectos significativos para tareas de toma de decisión, búsqueda visual, tarea de Stroop, memoria visual a corto plazo y atención visual, pero no para tareas de memoria de trabajo verbal ni espacial. Y finalmente se observaron mayores tamaños del efecto en grupos de adolescentes, adultos y adultos mayores, a comparación de grupos de niños y jóvenes adultos.

Ludyga *et al.* (2016) realizaron un estudio de revisión y meta-análisis para examinar el efecto del ejercicio aeróbico en las funciones ejecutivas, entre diferentes grupos de edad e intensidad de actividad física. Los artículos revisados evaluaron las funciones cognitivas a través de tareas de inhibición, cambio de atención y memoria de trabajo. Los resultados mostraron diferencias significativas únicamente para la variable de edad. Solamente los grupos de niños preadolescentes (6 a 12 años) y adultos mayores (50 años o más) mostraron un tamaño del efecto significativo. Los autores comentan que estos resultados pueden deberse a que el ejercicio beneficia a individuos que se encuentran en cambios de desarrollo cerebral, ya sea un sistema nervioso inmaduro como el de los niños o un cerebro en declive cognitivo como el de los adultos mayores. Esto podría explicar que en los grupos de adolescentes y jóvenes adultos no se mostraran diferencias significativas ya que sus funciones ejecutivas se encuentran en su apogeo y muestran una madurez cortical consolidada o casi consolidada.

A pesar de la escasez de información sobre el impacto del ejercicio en funciones cognitivas en adultos jóvenes, la evidencia hasta ahora indica que niveles elevados de actividad física aeróbica se asocia con un mejor desempeño en tareas de memoria de trabajo de detección de cambios cuando el cambio es predecible, la modulación *top-down* en tareas de atención selectiva, y una mejora en el rendimiento de la memoria de trabajo, particularmente en la

precisión y tiempos de reacción en tareas de *n-back* y una mayor retención de ítems en tareas de *Digit Span* (Guiney & Machado, 2013).

Las actividades para entrenamiento físico aeróbico implican cualquier ejercicio rítmico que utilice grandes grupos musculares y mantenga una frecuencia cardiaca constante, como la caminata, trote, carrera, natación, ciclismo, campo traviesa, deportes con predominancia en correr y la danza. El ejercicio aeróbico se distingue del anaeróbico debido al tipo de metabolismo que se necesita para su realización (González *et al.*, 2001).

Un estudio reciente dirigido por Jan Wilke (2020) evidenció que el entrenamiento físico intenso mejora la memoria de trabajo en participantes jóvenes por encima de actividades físicas moderadas, como la caminata y la inactividad. En este experimento un grupo realizó ejercicio intenso por 15 min, otro ejercicio moderado por 15 min, y otro leía un libro por 15 minutos. Antes del entrenamiento todos los participantes fueron examinados con pruebas cognitivas, como el *Digit Span Test*, que consiste en presentar a los participantes una serie de números y pedirles que los reproduzcan bajo diferentes condiciones, como de atrás hacia adelante y viceversa. Después del entrenamiento se realizaron las pruebas post-test, cuyos resultados mostraron una mejoría estadísticamente significativa en el puntaje del grupo de ejercicio alto en comparación con el grupo de ejercicio moderado y control.

La mejora en tareas de memoria de trabajo puede variar dependiendo del tipo de ejercicio que se realice. Koutsandréou, Wegner, Niemann y Budde (2016) hicieron un estudio de comparación en niños entre 9 y 10 años para examinar la influencia de diferentes tipos de ejercicio en la memoria de trabajo. En su experimento compararon 3 grupos diferentes: grupo que realizaba ejercicio motor (ME), grupo de ejercicio cardiovascular (CE), y grupo control (CON). Los tres grupos tuvieron una intervención de 10 semanas, con sesiones de 45 minutos

por 3 días a la semana. El grupo ME realizaba ejercicios de coordinación motriz, coordinación bilateral, equilibrio, coordinación de manos a ojos y de brazos a piernas, así como ejercicios de orientación espacial y reacción a movimiento de estímulos; el grupo CE realizaba ejercicios como correr o juegos basados en correr con intensidades moderadas y altas; finalmente el grupo CON asistía a un taller de tareas en el mismo tiempo que los otros dos grupos. A todos los participantes se les examinó con una prueba de *Digit Span* antes y después de la intervención. Los resultados mostraron que los grupos experimentales mostraron una mejora en el desempeño de la tarea de memoria de trabajo, y el grupo ME particularmente mostró un grado mayor de mejoría comparado con el grupo CE. Los autores explican que los resultados pueden deberse a que el tipo de ejercicios realizados por el grupo ME involucran áreas frontales y parietales, zonas que también se han visto activadas cuando se realiza alguna tarea de memoria de trabajo (Blanco *et al.*, 2016).

La danza ha sido definida como una actividad sensoriomotora rítmica compleja que involucra componentes como coordinación, flexibilidad, fuerza, sincronización de movimientos, elementos estéticos, sociales y comunicativos que la distinguen de otras actividades físicas (Blasing *et al.*, 2012). Los bailarines tienen como reto hacer una integración de habilidades físicas y cognitivas para poder realizar patrones complejos de movimiento. La danza necesita de la percepción, atención, funciones ejecutivas, memoria, integración visomotora y habilidades motrices; es por ello por lo que desde la psicología y las ciencias cognitivas han sido objeto de interés desde hace varios años (Foster, 2013).

Los efectos de la danza en el cerebro se han evaluado en diferentes grupos de edad, como en niños preadolescentes (Kim *et al.*, 2016). En esta investigación se evaluó la conectividad funcional cerebral a través de una resonancia magnética funcional en bailarines de 12 años

con una experiencia promedio de 6.8 años en danzas urbanas, comparado con un grupo control de jóvenes adultos sin experiencia en baile. Los resultados mostraron una mayor conectividad funcional en el giro cingulado y la corteza frontal derecha. Además, se les aplicó una escala de Inteligencia Corporal, definida como estar consciente de las sensaciones y respuestas corporales a estímulos externos, en la cual los bailarines también mostraron mejores puntajes que los no bailarines.

Algunos estudios (e.g., Meng et al., 2019) han demostrado que la danza beneficia funciones físicas, mejora el desempeño cognitivo, reduce síntomas depresivos y aumenta la calidad de vida en adultos mayores. Específicamente, se ha visto una mejora en la memoria de trabajo.

Alves (2013) realizó una intervención de 4 meses de baile de salón en adultos mayores, de entre 60 y 80 años, utilizando diferentes estilos de música, 4 horas por semana. Este grupo fue comparado con un segundo grupo experimental, donde los sujetos realizaban caminatas durante el tiempo en que el grupo de baile tomaba su clase; y un grupo control que no realizaba ningún tipo de actividad física ni tenía convivencia social adicional a la de su vida cotidiana. Se realizaron pruebas generales de funciones ejecutivas, incluyendo la tarea de *Digit Span Test*, y dos tareas de memoria de trabajo espacial. La primera tarea consistía en mostrar en una pantalla 2 o 3 puntos negros en diferentes locaciones durante 500 ms, posteriormente aparecía un punto rojo y los participantes tenían que determinar si el punto rojo se presentaba en el mismo lugar donde alguno de los puntos negros había aparecido previamente; se tomaron en cuenta tiempos de reacción y precisión de la respuesta. En la segunda tarea de memoria espacial, el investigador presentaba una secuencia de cuadrados

de colores y los participantes debían repetir dicha secuencia, por cada respuesta correcta se añadía una locación espacial más a la secuencia subsecuente.

Sus resultados no mostraron diferencias significativas en la tarea de *Digit Span* ni en la primera tarea de memoria de trabajo espacial, sin embargo, los grupos sí difirieron significativamente en la segunda tarea de memoria espacial: el desempeño del grupo de baile mejoró significativamente cuando se realizaron las pruebas post test, a diferencia del grupo caminata y el control que no mostraron diferencias entre el pre y post test.

Una investigación (Merom *et al.*, 2016) evaluó el desempeño de funciones cognitivas en adultos mayores después de una intervención en danza durante 8 meses. Los participantes recibieron una hora de baile de salón, dos veces por semana durante 8 meses; al mismo tiempo que a otro grupo de participantes se les pidió únicamente realizar caminatas con la misma frecuencia. Evaluaron funciones ejecutivas como velocidad de cambio, inhibición de la conducta y memoria de trabajo verbal y visoespacial. Los resultados sólo mostraron diferencias significativas entre los grupos en las tareas de memoria visoespacial: los adultos que recibieron la intervención en danza fueron superiores al otro grupo.

Strakes *et al.* (1990) realizaron un experimento donde se analizó la capacidad de recuperar información motriz en bailarinas de danza moderna expertas y novatas. Las bailarinas expertas tenían en promedio 7.2 años de experiencia en danza, mientras que las novatas únicamente contaban con 24 horas de instrucción en danza moderna. A ambos grupos se les mostró un video donde profesores de danza demostraban algunas secuencias de baile, la mitad de ellas estructuradas y la otra mitad eran pasos aleatorizados. Los resultados mostraron que las bailarinas expertas recuperaron más información que las novatas en ambos tipos de secuencias de baile. Adicionalmente se les realizó una prueba de memoria verbal

donde se les mostró una lista de 10 palabras y se les pidió recordarlas en orden de presentación; no hubo diferencias significativas entre el grupo de expertas y novatas, por lo que las diferencias de recuperación de información se centraron en el aprendizaje motor.

Estas diferencias podrían ser explicadas por las estrategias y técnicas que utilizan los bailarines expertos para memorizar secuencias de movimientos, que, con el paso de los años, se va perfeccionando cada vez más. Una de estas técnicas es “marcar” los pasos, que se refiere a practicar los movimientos corporales a realizar únicamente marcándolos o simbolizándolos con las manos, reduciendo así el uso de energía y ayudando a verificar el ritmo, dirección y espacio en el cual se ejecutarán las secuencias de baile (Blasing *et al.*, 2012).

La habilidad de aprender secuencias motrices y poder replicarlas es una característica fundamental para la danza. Existe evidencia que sugiere que la memoria de trabajo contribuye a este aprendizaje motriz: aplicando la técnica de estimulación magnética transcraneal se ha observado que la corteza prefrontal dorsolateral, una estructura involucrada en la memoria de trabajo, se activa en el aprendizaje de una secuencia (Pascual-Leone *et al.*, 1996; Jonides *et al.*, 2003 como se citó en Bo & Seidler, 2009). Bo y Seidler (2009) de la Universidad de Michigan realizaron una investigación para probar la correlación entre la capacidad de memoria de trabajo visoespacial, el control temporal y el número de conjuntos motrices a aprender en una secuencia. A los participantes (20.9 años en promedio) se les presentó una tarea de aprendizaje de secuencias, una tarea de memoria de trabajo visoespacial, que consistía en detectar un cambio de posición y color en una matriz de 9x9 donde se presentaban cuadros de colores, y una tarea de “*tapping*” que consistía en dar golpecitos con los dedos al ritmo de una melodía. Los resultados mostraron que los participantes con una mejor memoria de trabajo visoespacial también aprendían conjuntos o

secuencias más largas y en un menor tiempo que los participantes con una memoria de trabajo más deficiente.

Una investigación (Rueda, 2017) consistió en un grupo experimental de 26 practicantes de baile, con al menos 6 meses de entrenamiento, y un grupo control de participantes que no realizaba ningún tipo de deporte. Los participantes de ambos grupos tenían un rango de edad entre 49 y 70 años. La memoria de trabajo espacial fue evaluada con una tarea de realidad virtual. Los resultados mostraron un menor tiempo de reacción en el grupo de bailarines hombres en comparación con el grupo sedentario, en mujeres no se encontraron diferencias. Esto puede deberse, explica el autor, al dimorfismo que suele haber entre sexos en el desempeño en tareas de memoria de trabajo espacial (Cánovas *et al.*, 2008; Cánovas *et al.*, 2011 como se citó en Rueda, 2017). Además, los participantes del grupo experimental mostraron un mejor desempeño en las tareas de planificación y resolución de problemas, así como en pruebas de fluidez verbal y semántica, lo que respalda los descubrimientos de que la práctica del baile mejora el desempeño cognitivo.

Justificación

Los estudios citados indican que el ejercicio promueve la plasticidad cerebral, la neurogénesis hipocampal, y como consecuencia una mejora en el desempeño de funciones ejecutivas y de memoria de trabajo espacial. La danza, como el ejercicio, también podrían ser útiles para promover la mejora y el mantenimiento de la memoria. Sin embargo, la investigación sobre los efectos de la danza sobre la memoria de trabajo espacial es escasa. Por lo que no se sabe con certeza si esta disciplina incrementa el desempeño de la memoria, como consecuencia de sus atributos particulares, como lo son el control motriz, la coordinación, la flexibilidad, y los elementos musicales, sociales, rítmicos y estéticos (Blasing *et al.*, 2012), o si se debe exclusivamente al ejercicio aeróbico implicado. Por ello, el objetivo de este estudio es comparar el desempeño en una tarea de memoria de trabajo visoespacial entre adultos bailarines, adultos que realizan ejercicio aeróbico y adultos que no realizan actividad física.

Método

Pregunta de investigación

¿Será diferente el desempeño en una tarea de memoria de trabajo visoespacial entre personas que realizan danza (grupo de bailarines), personas que realizan ejercicio aeróbico (grupo de deportistas) y personas que no realizan actividad física (grupo sedentario)?

Hipótesis

- El grupo de bailarines y el grupo de deportistas tendrán tiempos de reacción menores y mayor porcentaje de respuestas correctas en comparación al grupo sedentario.
- Los tiempos de reacción y el porcentaje de respuestas correctas diferirán entre el grupo de bailarines y el grupo de deportistas.

Variables

Variables atributivas

- Grupo de bailarines: Personas que han recibido entrenamiento en cualquier tipo de danza durante al menos el último año, mínimo dos veces a la semana.
- Grupo de deportistas: Personas que han realizado actividad física aeróbica durante al menos el último año, mínimo dos veces a la semana.
- Grupo sedentario: Personas que no realizan ninguna actividad física.

Variables dependientes

- Respuestas correctas en la tarea de memoria de trabajo visoespacial
- Tiempos de reacción en las respuestas correctas de la tarea de memoria de trabajo visoespacial medido a partir del inicio de la presentación del último estímulo de la secuencia de estímulos prueba.

Participantes

En la investigación participaron voluntariamente 90 adultos entre 21 y 30 años de edad distribuidos en tres grupos, cada uno conformado por 30 personas. El grupo de bailarines estuvo conformado por 18 mujeres y 12 hombres con un promedio de edad de 25 años (Desviación estándar [DE] = 3 años) y un promedio de años de estudio de 18 (DE = 3 años); el grupo de deportistas estuvo conformado por 19 mujeres y 11 hombres con un promedio de edad de 24 años (DE = 2 años) y un promedio de años de estudio de 18 (DE = 2 años); el grupo sedentario estuvo conformado por 16 mujeres y 14 hombres con un promedio de edad de 24 años (DE = 3 años) y un promedio de años de estudio de 17 (DE = 2 años). Los criterios de inclusión fueron agudeza visual normal o corregida a lo normal, escolaridad mínima de 12 años de estudio y cubrir los requisitos para ingresar a alguno de los grupos como se señala en la descripción de las variables atributivas. Los criterios de exclusión fueron adicción al alcohol o a drogas, consumir medicamentos que alteren el sistema nervioso durante los últimos seis meses y padecer alteraciones psiquiátricas o neurológicas. Los participantes firmaron un consentimiento informado para participar. Se obtuvieron los datos de los participantes a través de un cuestionario de datos generales (ver anexo).

Instrumentos y Aparatos

La tarea se programó mediante el software E-Prime versión 3.0 de Psychology Software Tools. Posteriormente, la tarea fue convertida mediante E-Prime Go versión 1.0 en una versión descargable desde Google Drive con todas las utilerías necesarias para poder correr la tarea en cualquier computadora personal sin necesidad de tener instalado el software E-Prime.

Estímulos

Se emplearon 80 figuras abstractas que no corresponden a ningún objeto conocido de color gris oscuro y con dimensiones de 2 cm x 2 cm. En la Figura 1 se muestran ejemplos de los estímulos.

Figura 2.

Ejemplos de los estímulos que fueron utilizados en la tarea de memoria de trabajo visoespacial.



Procedimiento

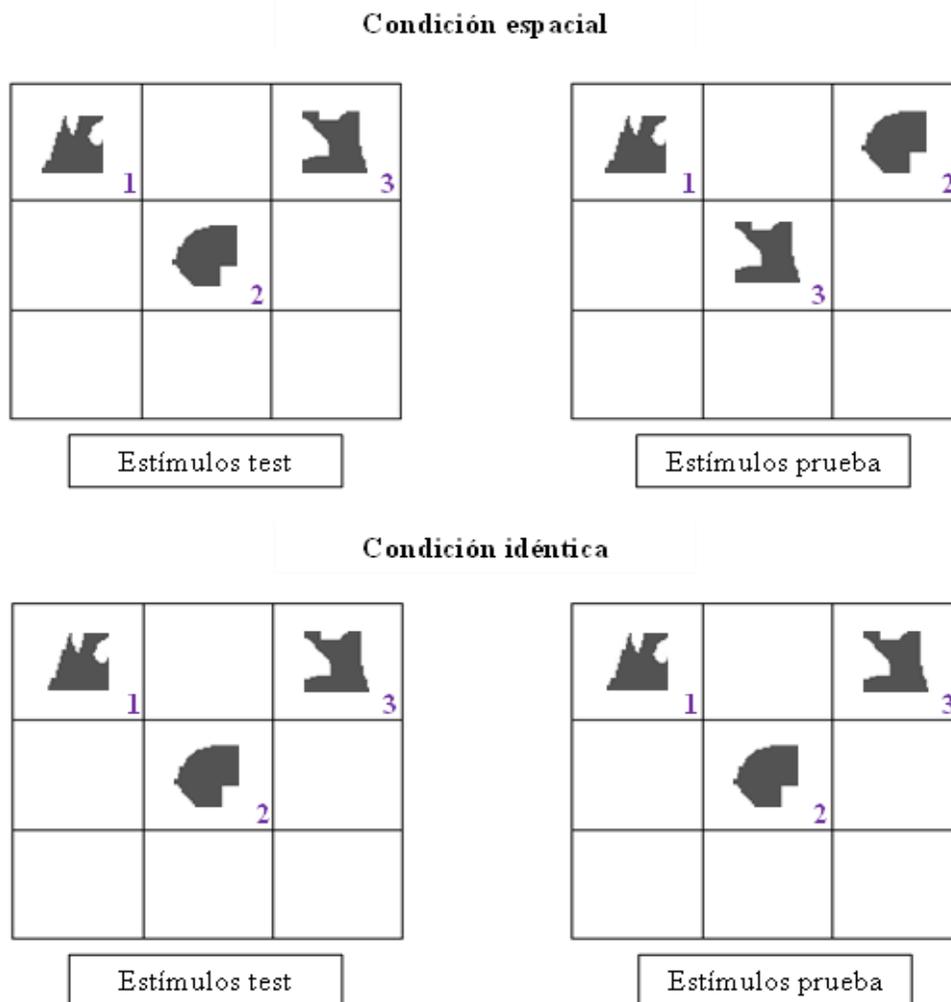
Los participantes se reclutaron mediante correo electrónico, redes sociales y de manera personal en eventos deportivos y dancísticos. Las personas interesadas fueron entrevistadas para determinar si reunían los criterios de inclusión para participar en alguno de los grupos del estudio mediante videoconferencia, teléfono u otro medio. Si cubrían los criterios de inclusión, se les envió un correo con un instructivo y las ligas donde se encontraban los Formatos de Google que correspondían a la Carta de Consentimiento Informado y a la hoja de Datos Generales, así como, la liga en Google Drive para que descargaran la tarea. En el instructivo se señalaron los pasos a seguir para descargar la tarea, colocar el número de participante y de sesión, y finalmente dónde subir los resultados una vez que habían realizado la tarea. Se les indicó a los participantes ubicarse en alguna habitación donde pudieran evitar ser interrumpidos durante el tiempo que realizaban la tarea y reducir los ruidos distractores lo mayor posible; así mismo se les solicitó utilizar audífonos, a pesar de ser una tarea visual, para cancelar el ruido externo. Los participantes ingresaron el número de participante y sesión que les indicó el experimentador. Posteriormente, los participantes realizaron la tarea de memoria de trabajo con una duración aproximada de 40 minutos. Los participantes realizaron antes una versión breve de la tarea como entrenamiento, la cual contó con retroalimentación para facilitar la comprensión de las instrucciones. Los participantes decidieron cuántas veces realizar el entrenamiento, con la sugerencia de terminar la práctica con al menos un 60% de respuestas correctas.

Tarea de memoria de trabajo visoespacial

La tarea se mostró sobre un fondo blanco a una resolución de 1920 x 1080 píxeles. Cada ensayo inició con la presentación de un punto de fijación negro por 200 mseg (0.5 cm de diámetro), enseguida la pantalla permaneció en blanco por 500 mseg. Posteriormente, se presentó una matriz de 3 x 3 (12 cm x 12 cm) que permaneció en la pantalla durante todo el ensayo. Después de 200 mseg, se presentó una secuencia de tres estímulos (1000 mseg cada uno) de forma continua en alguna de las celdas de la matriz. Los estímulos y las celdas se seleccionaron de manera aleatoria. Enseguida pasó un periodo de 2000 mseg en que solo permaneció la matriz en la pantalla, después de este periodo se presentó la secuencia de tres estímulos prueba. Después del inicio de la presentación del último estímulo de la secuencia, los participantes tuvieron la oportunidad de responder por un periodo de 4000 mseg. La tarea de memoria consistió en identificar si se produjo: 1) cambio espacial (condición espacial), dos de los estímulos prueba intercambiaron de celda cuando se presentaron en la secuencia de estímulos test; o 2) ningún cambio (condición idéntica), las secuencias de estímulos test y prueba no sufrieron ningún cambio (Ver Figura 3). Los participantes realizaron 3 bloques de 36 ensayos cada uno, constituidos por 18 ensayos con cambio espacial y 18 ensayos idénticos.

Figura 3.

Ejemplo de las 2 condiciones que se presentaron en la tarea de memoria de trabajo visoespacial. Los números representan el orden en que aparecieron las imágenes.



Análisis de datos

Se realizaron análisis descriptivos sobre las características de cada uno de los grupos. En seguida, se realizó un ANOVA mixto con los factores grupo (bailarines, deportistas, sedentarios) y tipo de condición (espacial e idéntica) para determinar si existen diferencias significativas en los tiempos de reacción y en las respuestas correctas en la condición espacial entre los diferentes grupos. Se utilizó la prueba post hoc Diferencia Honestamente Significativa de Tukey y se consideraron significativos los resultados con una probabilidad < 0.05 . Así mismo se realizaron correlaciones de Pearson para determinar si el tiempo y la frecuencia de entrenamiento influían en el desempeño de la memoria de trabajo.

Resultados

Análisis descriptivo

El grupo de bailarines reportó un promedio de 6.8 años practicando algún tipo de danza, mientras que el grupo de deportistas un promedio de 7.9 años practicando algún tipo de ejercicio aeróbico. En la Tabla 1 se listan el tipo de danza o deporte que realizaban los integrantes del grupo de bailarines y deportistas.

Tabla 1.

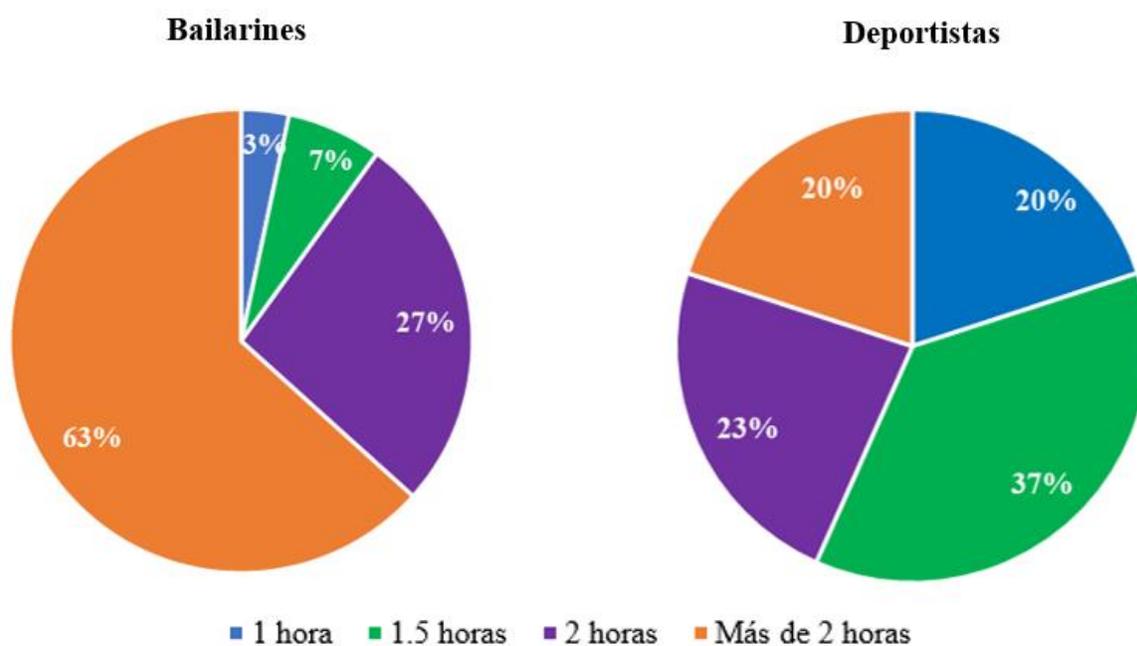
Tipos de danza y actividad física realizada por los participantes de la investigación.

Danza	Deporte
Danza afrocubana y timba	Cardio
Danza folclórica mexicana	Ciclismo
Breaking (Break dance)	Muay Thai
Hip-Hop	Correr
Danza árabe	Natación
Ballet clásico	Fútbol
Danzas orientales	Carrera de medio fondo
Ritmos latinos	Volleyball
Danza aérea	Atletismo
Danza polinesia	Taekwondo
Jazz	Entrenamiento funcional
Contemporánea	Basketball
Danza comercial	Gimnasia
Danzas Urbanas	Tenis
Shuffle y electro	Arte marcial
Twerk	
Street Dance	
K-pop	
Baile moderno	

En la Figura 4 se muestra el tiempo que invierten por sesión de entrenamiento el grupo de bailarines y el grupo de deportistas. En el grupo de bailarines, el 90% realiza dos o más horas de entrenamiento, mientras que, en el grupo de deportistas, el 60% practica dos más horas.

Figura 4.

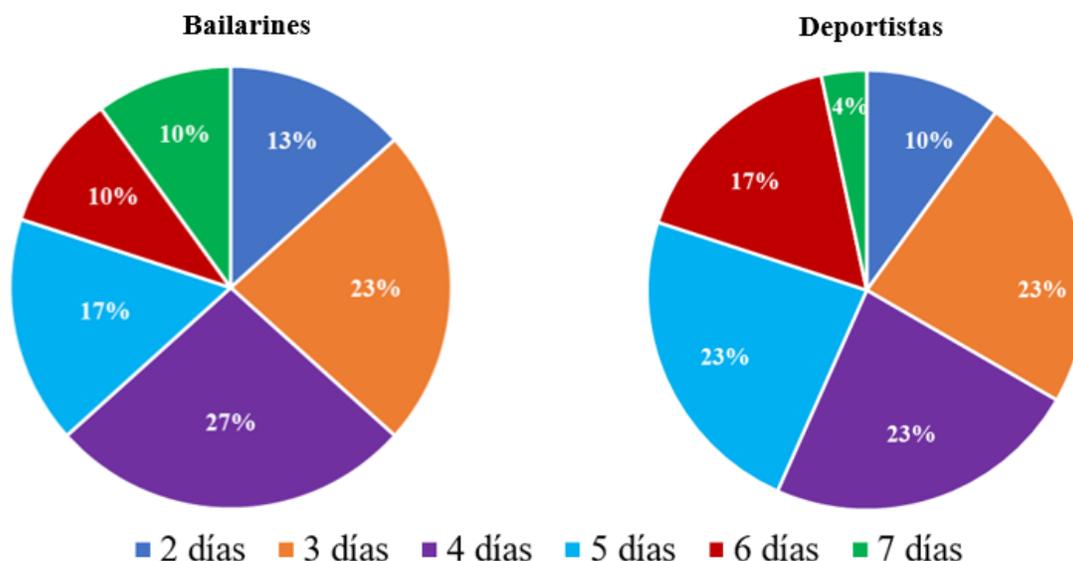
Horas invertidas por los participantes en la práctica de danza o deporte por sesión.



Los días por semana que los participantes realizaban danza o ejercicio se muestran en la Figura 5.

Figura 5.

Número de días a la semana que los participantes dedican a la práctica de danza o deporte.



Asimismo, tres de los participantes del grupo de bailarines no había realizado actividad previa antes de realizar su actividad de danza actual y el resto de los participantes tuvieron entrenamientos previos de otro tipo de disciplina dancística. Mientras que seis de los 30 deportistas no habían practicado ningún otro tipo de actividad física antes de realizar el deporte actual.

Del grupo de bailarines, 14 participantes realizaban ejercicio aeróbico y anaeróbico además de la danza. Así mismo, 12 de los 30 deportistas realizaban ejercicio anaeróbico además del aeróbico. Del grupo sedentario, 18 de los 30 participantes respondieron que habían realizado anteriormente algún tipo de actividad física con una frecuencia intermitente y que tenían en promedio 5.7 años de haber interrumpido dicha actividad.

Análisis inferencial

El análisis mixto para las respuestas correctas resultó significativo para el factor tipo de condición ($F [1] = 141.9, p < 0.001$), pero no para el factor grupo ($F [2] = 1.28, p = 0.28$), ni para la interacción ($F [2] = 0.50, p = 0.95$). El porcentaje de respuestas correctas fue superior para la condición idéntica ($M = 88.02; EEM = \pm 1.22$) que para la condición espacial ($M = 60.86; EEM = \pm 2.34$). En la Tabla 2 se muestran las medias de los porcentajes de respuestas correctas en la condición espacial y la condición idéntica en cada grupo.

Tabla 2.

Media y error estándar del porcentaje de respuestas correctas de la condición espacial y condición idéntica de la tarea de memoria de trabajo visoespacial.

Grupo	Condición Espacial		Condición Idéntica	
	Media	Error estándar	Media	Error estándar
Bailarines	57.13	4.04	85.19	2.11
Deportistas	62.04	4.04	89.17	2.11
Sedentarios	63.43	4.04	89.72	2.11
Global	60.87	4.04	88.03	2.11

Para los tiempos de reacción también resultó significativo el factor tipo de condición ($F [1] = 40.71, p < 0.001$), pero no para el factor grupo ($F [2] = 0.42, p = 0.658$), ni para la interacción ($F [2] = 2.72, p = 0.07$). El tiempo de reacción fue menor en la condición idéntica ($M = 903$ ms; $EEM = \pm 40.66$) que en la condición espacial ($M = 1148$ ms; $EEM = \pm 52.71$).

En la Tabla 3 se muestra el promedio de los tiempos de reacción de la condición espacial y la condición idéntica obtenidos en los tres grupos.

Tabla 3.

Media y error estándar en los tiempos de reacción de las respuestas correctas de la condición espacial y condición idéntica en la tarea de memoria de trabajo visoespacial.

Grupo	Condición Espacial		Condición Idéntica	
	Media	Error estándar	Media	Error estándar
Bailarines	1152	92.3	995	70.43
Deportistas	1082	92.3	872	70.43
Sedentarios	1209	92.3	842	70.43
Global	1148	92.3	903	70.43

Se realizaron regresiones de Pearson para determinar si los años de entrenamiento y el tiempo de práctica por sesión influían en el desempeño de la tarea de memoria de trabajo en la condición espacial para los grupos de bailarines y deportistas. Sin embargo, ninguna de las regresiones resultó significativa.

Tabla 4.

Correlación de años de entrenamiento, práctica por sesión, porcentaje de respuestas correctas y tiempo de reacción.

		Respuestas correctas	Tiempo de reacción	Años de entrenamiento
Años de entrenamiento	Correlación de Pearson	0.02	-0.02	-
	Sig.(bilateral)	0.89	0.88	-
Práctica por sesión	Correlación de Pearson	-0.03	-0.04	0.13
	Sig.(bilateral)	0.83	0.75	0.31

Nota: La correlación es significativa a nivel 0.05 (bilateral).

Discusión

Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas para la condición idéntica tanto en el porcentaje de respuestas correctas como en los tiempos de reacción; esto nos señala que la ejecución de los participantes fue buena ya que sí identificaron los cambios entre los estímulos test y prueba. No obstante, los resultados también indican que no existen diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de respuestas correctas en la condición espacial ni en los tiempos de reacción en estas respuestas entre los grupos de bailarines, deportistas y sedentarios, por lo que no se confirma la hipótesis propuesta en el presente estudio.

Los hallazgos del presente estudio no coinciden con las conclusiones a las que se llegaron en un estudio de revisión y meta-análisis (Vargas et al., 2006) en el que analizaron 44 estudios en los que participaron 2266 adultos mayores de más de 50 años que realizaban ejercicio supervisado. Las diferencias encontradas en el presente estudio en comparación con los hallazgos del estudio de revisión podrían indicar que la actividad física sólo representa un beneficio para adultos mayores, pero no para adultos jóvenes en que sus habilidades cognitivas y motoras se encuentran en un estado óptimo. Esto concuerda con los resultados mostrados de Ludyga *et al.* (2016) y Chang *et al.* (2012), donde no se presentaron diferencias significativas en las funciones ejecutivas después de intervenciones de ejercicio aeróbico en los grupos de jóvenes adultos. Argumentando que la mejora de funciones ejecutivas probablemente se dé en cerebros cuya formación aún está en vías de desarrollo (como en los niños) o se encuentra en un declive cortical (como en adultos mayores). Este es sin duda un factor importante a considerar que pudo haber influido en la falta de diferencias entre el grupo sedentario y los otros dos grupos que realizaban alguna actividad física.

Otro factor que puede explicar las diferencias entre el estudio de meta-análisis de Vargas *et al.* (2006) y el presente es el tipo de función cognitiva evaluada. En el estudio de revisión se incluyen varias funciones cognitivas como memoria, tiempo de reacción, inteligencia, salud mental, discriminación perceptual y habilidad verbal, sin especificar el método empleado para evaluar dichas funciones. En cambio, en el presente estudio se evaluó exclusivamente a la memoria de trabajo espacial bajo condiciones controladas y mediante una tarea de alta complejidad, ya que el porcentaje promedio de respuestas correctas fue de 60.87% en los tres grupos. Sin embargo, a pesar de su complejidad el desempeño se situó por arriba del azar. La diferencia en los resultados podría indicar que la actividad física sólo representa un beneficio en funciones cognitivas evaluadas bajo condiciones o tareas que requieren un menor esfuerzo cognitivo, pero no cuando es evaluada bajo condiciones de alta demanda cognitiva.

Este punto de vista se complementa con el hecho de que las investigaciones que sí han encontrado diferencias significativas en memoria de trabajo visoespacial entre los grupos que realizaban actividad física y los que no (Alves, 2013; Guiney & Machado; 2013, Wilke 2020; Koutsandréou et al., 2016) utilizaron la tarea *Digit Span Test* que podría representar un menor grado de dificultad, ya que en esta tarea se emplean secuencias de números que pueden ser almacenados mediante numerosas estrategias semánticas; en cambio, en el presente estudio se emplearon imágenes abstractas que no se asociaban a ningún objeto conocido, esto con el fin de estudiar la memoria de trabajo visual de una manera más pura al no estar apoyada por la memoria de largo plazo, por lo que su memorización requería de estrategias adicionales quizá poco usuales por los participantes. Esto es consistente con las investigaciones de Blalock (2015) donde se observó un mejor desempeño con estímulos conocidos en tareas de memoria de trabajo visual a comparación de estímulos novedosos.

Los resultados también indican que el tipo de actividad física no representa una ventaja, ya que los bailarines y los deportistas tuvieron el mismo desempeño en la tarea de memoria de trabajo visoespacial. Por ello, se concluye que las características propias de la danza como el control motriz, la coordinación, la flexibilidad, entre otros, no propician un mejor control de la memoria de trabajo espacial. A pesar de que la actividad física ha demostrado generar una mejora funcional y cognitiva en el cerebro (Wang & Wang, 2016; Hamer & Chida, 2008; Acevedo, et al., 2014; Erickson *et al.*, 2011), no parece ser una variable que influya lo suficiente para mejorar la memoria de trabajo visoespacial.

Cabe destacar que en el presente estudio el tipo de actividad realizada por los participantes de los grupos de danza y deporte no fue estandarizada, a diferencia de los reportados anteriormente (Erickson et al., 2011; Jan Wilke, 2020; Koutsandréou, Wegner, Niemann y Budde, 2016; Kim, Cha, Kang, Kim & Han, 2016; Strakes, Caicco, Boutilier y Sevesk, 1990). En otras investigaciones, se buscaba particularmente a bailarines de un tipo de danza en específico, o se les aplicaba un entrenamiento de ejercicio aeróbico estandarizado, de manera que todos los participantes realizaron el mismo tipo de actividad, con la misma frecuencia, durante el mismo tiempo. A pesar de que en la presente investigación se les pidió a los participantes que tuvieran un mínimo de frecuencia y duración de actividad en su respectivo deporte/danza, la muestra no es homogénea y participaron bailarines y atletas que tenían desde 1 hasta 17 años practicando su actividad física, a partir de 1 hora por sesión hasta más de 2 horas, con el mínimo de 2 días por semana hasta el máximo de 7 días.

Esta variabilidad en la frecuencia y tiempo invertido en realizar actividad física pudo haber diluido el potencial efecto que pudiera tener esta variable en la memoria de trabajo espacial. Del mismo modo, el hecho de que los participantes realizarán tipos de danza tan diversos y

deportes tan diversos pudo haber influido en los resultados. Si esperábamos que la danza desarrollara ciertas habilidades espaciales que pudieran incidir sobre la memoria de trabajo, esta posibilidad fue imposible de probar, ya que es claro que no implica el mismo reto en el manejo del espacio la danza árabe que el ballet clásico, algo semejante ocurre con otros tipos de danza. Lo mismo puede decirse si comparamos cardio con basketball, actividades que requieren un diferente dominio del espacio.

Estas diferencias entre los tipos de danza y deportes revelan que las futuras investigaciones deben realizarse con mayor control para mantener una mayor homogeneidad entre los participantes de cada grupo. Por ejemplo, incluir sólo participantes que dedican al menos cinco días a la semana, dos horas mínimo por sesión y que se dedique a un solo tipo de danza o deporte. Esto permitiría confirmar de una manera más robusta el posible beneficio de la actividad físico sobre la memoria. Del mismo modo, el tiempo que llevaban los participantes realizando una actividad física no se controló en el presente estudio, por lo que un requisito adicional podría ser contar con al menos tres años de dedicarse a realizar una actividad física.

Por otro lado, es probable que los participantes no hubieran seguido las indicaciones de realizar la tarea en un espacio tranquilo alejado de las distracciones, lo que pudo haber repercutido en su desempeño en la tarea de memoria de trabajo visoespacial.

Limitaciones y sugerencias

El presente estudio tiene algunas limitaciones que deben tomarse en cuenta para interpretar los hallazgos y para el desarrollo de futuras investigaciones sobre el tema. En el presente estudio se incluyeron participantes que realizaban muy diversos tipos de danza, quizá, algunas de ellas ni siquiera representaban un reto para fortalecer la memoria de trabajo espacial, lo mismo ocurrió con los tipos de deportes incluidos. Por ello es conveniente realizar estudios con participantes que realicen un solo tipo de danza o de deporte que implique un importante reto en el procesamiento del espacio.

No todos los participantes del presente estudio realizaban una actividad física con la frecuencia y el tiempo por sesión que quizá deba ser necesario para inducir un beneficio en la memoria de trabajo. Por lo que futuras investigaciones deberán de establecer criterios más exigentes para incluir a los posibles participantes.

Los participantes reportaron su actividad física mediante un cuestionario, lo que implica un posible error de medición, ya que los participantes quizá no reportaron con exactitud el tiempo que dedicaban a la actividad física, esto ocurre por errores de memoria o por responder de acuerdo con lo que socialmente es deseable. Este problema atañe a los estudios observacionales. Por ello, una manera de aproximar el estudio de los efectos de la actividad física sobre la memoria es realizar experimentos con una intervención controlada.

Conclusión

La exactitud y la rapidez de la memoria de trabajo espacial no difirieron entre personas que realizan alguna actividad dancística, personas que realizan algún deporte y personas que no realizan ninguna actividad física. Importante, estos resultados aplican para bailarines y deportistas que realizan cualquier tipo de danza o cualquier deporte aeróbico al menos dos días a la semana por una hora durante el último año. Es decir, queda abierta la pregunta de si la actividad física de un tipo de danza en particular o un deporte en específico realizada durante tres años mínimo, cinco días a la semana, dos horas cada vez, pudiera tener una repercusión en la memoria de trabajo espacial. Es importante establecer si mediante criterios de inclusión más rigurosos es posible determinar que la actividad física beneficia a la memoria de trabajo espacial.

Referencias

- Acevedo, C., Ávila, J. & Cárdenas, L. (2014). Efectos del ejercicio y la actividad motora sobre la estructura y función cerebral. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 15(1), 36-53. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2014/rmn141f.pdf>
- Alves, H. (2013). *Dancing and the aging brain: the effects of a 4-month ballroom dance intervention on the cognition of healthy older adults* [tesis de Doctorado, University of Illinois]. Illinois Library. <https://www.ideals.illinois.edu/items/44294>
- Bablekou, Z. (2009). Nous: Cognitive Models of Working Memory. *Cognitive and Emotional Processes in Web-Based Education: Integrating Human Factors and Personalization*, 86-109. <http://doi:10.4018/978-1-60566-392-0.ch006>
- Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*, 255(5044), 556-559. [10.1126/science.1736359](https://doi.org/10.1126/science.1736359)
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4(11), 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. Y Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation*. 8, 47-89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. (2006). Working Memory: An Overview en Pickering, S. (Ed.), *Working Memory and Education*, 1-31. New York: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012554465-8/50003-X>
- Blanco, Y., Matos, A., Ortega, Y., Michel, Y., Ruíz, E. & Fusté, M. (2016, 3 de noviembre). *Bases neurales de la memoria de trabajo u operativa* [conferencia]. Convención Internacional Virtual de Ciencias Morfológicas, La Habana, Cuba.

<http://www.morfovirtual2016.sld.cu/index.php/Morfovirtual/2016/paper/viewFile/85/546>

- Blalock, L. (2015). Stimulus familiarity improves consolidation of visual working memory representations. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77, 1143-1158. 10.3758/s13414-014-0823-z
- Blasing, B., Calvo-Merino, B., Cross, E., Jola, C., Honisch, J. & Stevens, C. (2012). Neurocognitive control in dance perception and performance. *Acta Psychologica*, 139, 300-308. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2011.12.005>
- Bo, J., & Seidler, R. (2009). Visuospatial working memory capacity predicts the organization of acquired explicit motor sequences. *Journal of Neurophysiology*, 101(6), 3116-3125. <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jn.00006.2009>
- Burgess, N., Maguire, E., & O'Keefe, J. (2002). The Human Hippocampus and Spatial and Episodic Memory. *Neuron*, 35, 625-641. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00830-9](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00830-9)
- Carlson, N. (2014). *Fisiología de la conducta, undécima edición*. Pearson: Madrid.
- Chang, Y., Labban, J., Gapin, J. & Etnier, J. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87-101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068>
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 19(4), 450-466. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(80\)90312-6](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(80)90312-6)

- Darling, S., Della, S. & Logie, H. (2007). Behavioural evidence for separating components within visuo-spatial working memory. *Cognitive Processing*, 8(3), 175-181.
10.1007/s10339-007-0171-1
- Erickson, K., Voss, M., Prakash, R., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J., Heo, S., Alves, H., White, S., Wojcicki, T., Mailey, E., Vieira, V., Martin, S., Pence, B., Woods, J., McAuley, E. & Kramer, A. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(7), 1-6.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Foster, P. (2013). How does dancing promote brain reconditioning in the elderly? *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5(4), 1-2. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00004>
- González, A., Becerra, A., Carmona, F., Cerezo, M., Hernández, H. & Lara, A. (2001). Ejercicio físico para la salud. *Revista Mexicana de Cardiología*, 12(4), 168-180.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/cardio/h-2001/h014c.pdf>
- Guiney, H. & Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Psychon Bull Rev*, 20(1), 73-86.
<https://link.springer.com/content/pdf/10.3758/s13423-012-0345-4.pdf>
- Hamer, M. & Chida, Y. (2009) Physical activity and risk of neurodegenerative disease: a systematic review of prospective evidence. *Psychological Medicine*, 39, 3-11.
10.1017/S0033291708003671
- Irwin, D., & Andrews, R. (1996). Integration and accumulation of information across saccadic eye movements en Inui, T. & McClelland, J. (Eds.), *Attention and*

performance. Attention and performance 16: Information integration in perception and communication, 125–155. The MIT Press.
https://www.researchgate.net/publication/243774480_Integration_and_accumulation_of_information_across_saccadic_eye_movements

Kim, Y., Cha, E., Kang, K., Kim, B. & Han, D. (2016). The effects of sport dance on brain connectivity and body intelligence. *Journal of Cognitive Psychology*, 28(5), 611-617.
doi.org/10.1080/20445911.2016.1177059

Koutsandréou, F., Wegner, M., Niemann, C. & Budde, H. (2016). Effects of Motor versus Cardiovascular Exercise Training on Children's Working Memory. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(6), 1144-1152. https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2016/06000/Effects_of_Motor_versus_Cardiovascular_Exercise.21.aspx

Logie, R. & Marchetti, C. (1991). Chapter 7 Visuospatial working memory: Visual, spatial or central executive? *Advances in Psychology*, 105-115. 10.1016/S0166-4115(08)60507-5

Ludyga, S., Gerber, M., Brand, S., Holsboer-Trachsler, E. & Puhse, U. (2016). Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. *Psychophysiology*, 53(11), 1611-1626.
10.1111/psyp.12736.

McAfoose, J., & Baune, T. (2009) Exploring Visual-Spatial Working Memory: A Critical Review of Concepts and Models. *Neuropsychol. Rev*, 19, 130-142. 10.1007/s11065-008-9063

- Meng, X., Li, G., Jia, Y., Liu, Y., Shang, B., Liu, P., Bao, X. & Chen, L. (2019). Effects of dance intervention on global cognition, executive function and memory of older adults: a meta-analysis and systematic review. *Aging Clinical and Experimental Research*, 32(1), 7-9. 10.1007/s40520-019-01159-w
- Merom, D., Grunseit, A., Ranmalee, E., Jefferis, B., Mcneill, J., & Anstey, J. (2016). Cognitive Benefits of Social Dancing and Walking in Old Age: The Dancing Mind Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8(26). 10.3389/fnagi.2016.00026.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra, Suiza. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44441/9789243599977_spa.pdf;jsessionid=D3B6D32144C36FB7541FEA2BEAC9E620?sequence=1
- Philips, W. (1974). On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. *Perception & Psychophysics*, 16, 283-290. <https://doi.org/10.3758/BF03203943>
- Rueda, A. (2017). *Evaluación de la Memoria Espacial y Funciones Ejecutivas en personas que practican baile*. [Tesis de Licenciatura. Facultad de Psicología, Universidad de Almería]. Repositorio UAL. http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/6593/14602_EVALUACI%C3%93N%20DE%20LA%20MEMORIA%20ESPACIAL%20Y%20FUNCIONES%20EJECUTIVAS%20EN%20PERSONAS%20QUE%20PRACTICAN%20BAILE.pdf

- Strakes, J., Caicco, M., Boutilier, C. & Sevsek, B. (1990). Motor Recall of Experts for Structured and Unstructured Sequences in Creative Modern Dance. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 12(3), 317-321. [10.1123/jsep.12.3.317](https://doi.org/10.1123/jsep.12.3.317)
- Vargas, P., Vargas, G. & Salazar, W. (2006). Metaanálisis sobre el efecto del ejercicio en el funcionamiento cognitivo en adultos mayores. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 1(2), 89-104. <https://www.redalyc.org/pdf/3111/311126251007.pdf>
- Wang, X. & Wang, G. (2016). Effects of treadmill exercise intensity on spatial working memory and long-term memory in rats. *Life Sciences*, 149, 96-103. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2016.02.070>
- Wilke, J. (2020). Functional high-intensity exercise is more effective in acutely increasing working memory than aerobic walking: an exploratory randomized, controlled trial. *Scientific Reports*, 10(12335). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69139-z>

ANEXO
Datos generales

No. Sujeto: _____

Grupo: _____

Nombre: _____

Sexo: _____ Edad: _____ Fecha de nacimiento: _____

Escolaridad: _____ Años de estudio: _____ Ocupación: _____

¿Cuánto tiempo tienes practicando danza/deporte/nada?

¿Qué tipo de danza/deporte/ realizas?

¿Cuántas horas dedicas a la danza/deporte cuando lo haces?

¿Con qué frecuencia en la semana realizas danza/deporte?

¿Has practicado danza/deporte antes? ¿Cuál y por cuánto tiempo?

¿Actualmente realizas otra actividad física además de la danza/deporte?