

274



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE PSICOLOGIA

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO EN DANZA SOBRE LA
ROTACIÓN MENTAL**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADA EN PSICOLOGIA
P R E S E N T A**

CAROL VÉRTIZ KROETZSCH

DIRECTORA DE TESIS: Dra. Selene Cansino Ortíz



MEXICO, D.F.

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

La presente investigación se realizó con los recursos otorgados al proyecto 36203H del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, y al proyecto IN300700 de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México.

*A mis padres
con todo el amor
Gracias*

*A Waldo
Mi hermano y amigo*

*A Citlalin y a Frida
Gufas y compañeras de viaje*

Agradecimientos

Primeramente quisiera agradecer a la Dra. Selene Cansino por la paciencia y dedicación con que dirigió esta tesis, por su amistad y por todo lo aprendido y vivido durante el tiempo que estuve en el laboratorio.

A Alejandra, por su invaluable amistad, por compartir conmigo su conocimiento y ser la principal interlocutora de las inquietudes que despertó en mí esta tesis.

A mis padres, quienes en todo momento me han apoyado, por que gracias a su amor y a su esfuerzo he llegado hasta aquí, y a Waldo por ser el mejor de los hermanos.

A Daniel, por recordarme el camino de la esperanza y acompañar mis pasos.

A mis amigas y amigos por su apoyo durante todo este tiempo, por haber compartido conmigo sonrisas y lágrimas y por haberme alentado a dar el siguiente paso.

A Doña Elisa y Doña Rosa, mis abuelas, quienes siempre han estado conmigo y me han procurado muchísimo amor.

A las personas que participaron en este estudio, quienes me ayudaron incondicionalmente y sin las cuales este trabajo difícilmente hubiera podido llevarse a cabo.

A los miembros de mi comité de tesis: Dra. María Corsi, Dra. Dolores Rodríguez, Mtro. Julio Espinoza y Dr. Felipe Cruz por sus valiosas observaciones y sugerencias acerca de este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ANTECEDENTES	
Imaginería Mental	2
Rotación Mental	16
El proceso de rotación mental.....	16
Diferencias entre sexos en la rotación mental.....	19
Factores biológicos.....	20
Factores sociales.....	24
Interacción de factores biológicos y sociales.....	28
Estudios Fisiológicos.....	29
Imaginería Mental y Entrenamiento Deportivo	34
Entrenamiento deportivo y habilidades visoespaciales.....	37
Danza, Espacio y Manipulación de Imágenes Mentales	40
La Danza.....	40
Danza, Habilidades Visoespaciales e Imaginería Mental.....	43
MÉTODO	
Hipótesis	49
Variables	49
Sujetos	50
Estímulos	52
Aparatos	54
Procedimiento	54
Análisis de datos	55
RESULTADOS.....	57
DISCUSIÓN.....	69
CONCLUSIONES.....	82
REFERENCIAS.....	84
ANEXOS.....	92

RESUMEN

La imaginiería mental es un proceso mediante el cual el ser humano es capaz de generar y manipular activamente representaciones de objetos o eventos con el fin de anticipar acciones y planear estrategias dirigidas hacia una meta específica. Uno de los procesos de imaginiería más estudiados es el de rotación mental, que consiste en la habilidad de generar y mantener la imagen mental de un objeto mientras éste es rotado en el espacio. La imaginiería mental es utilizada para desarrollar habilidades en diferentes disciplinas. En los deportes y en la danza se realizan ensayos mentales de actos motores para aprender a desarrollarlos, aunque en esta última la imaginiería también es utilizada para facilitar la exploración y expresión de movimientos creativos.

Debido a que en la danza se requiere una constante manipulación del cuerpo en el espacio y de su representación en movimiento, y a que su entrenamiento se sustenta fuertemente en técnicas de imaginiería mental, la presente investigación tuvo como propósito establecer si el entrenamiento en danza influye en el desarrollo de la habilidad para rotar mentalmente un objeto. Para lograr este objetivo se comparó un grupo de mujeres con más de diez años de entrenamiento en danza y un grupo de mujeres control en una tarea de rotación mental. La tarea se presentó en forma computarizada, lo cual permitió, a diferencia de estudios previos, analizar además de la ejecución, el tiempo de reacción de los sujetos. Así mismo, debido a que en las tareas visoespaciales la ejecución de las mujeres puede variar dependiendo de la fase del ciclo menstrual, se controló que todas las participantes se encontraran en la fase lútea de su ciclo al realizar la tarea.

Los resultados mostraron que el grupo de bailarinas obtuvo significativamente menos errores que el grupo control en la tarea de rotación mental, sin embargo, no se observaron diferencias significativas en los tiempos de reacción entre ambos grupos. Del mismo modo, se observó que en ambos grupos, el número de errores y el tiempo de reacción aumentaron conforme se incrementaron los grados de rotación de las figuras, lo cual corresponde con el patrón típico observado en los estudios de rotación mental.

El mejor desempeño de las bailarinas en la tarea de rotación mental en comparación con las mujeres que no han tenido entrenamiento en danza o en algún otro deporte, sugiere que las habilidades de imaginiería que se adquieren en el desarrollo de esta disciplina pueden ser transferidas a otras situaciones en las que el objeto de imaginiería se encuentra en un plano externo.

ANTECEDENTES

Imaginería Mental

El término imaginería mental ha sido utilizado de diferentes formas en Psicología. Es un fenómeno que incluye procesos cognoscitivos que permiten a los seres humanos anticipar sus acciones y proyectar sus pensamientos a futuro con el fin de planear y definir estrategias conductuales o cognoscitivas dirigidas hacia una meta (Ingvar, 1995). Paivio y Ernest (1971) se refieren a la imaginería mental como una representación mnémica no verbal de objetos y eventos concretos, o de formas de pensamiento no verbal, en donde tal representación es generada activamente y manipulada por el individuo. A su vez, Kosslyn (1980) afirma que la imaginería consiste en estados mentales parecidos a los que se generan durante la percepción, pero en ausencia de un estímulo sensorial inmediato. Para los fines de la presente investigación se considera a la imaginería mental tal y como la define Farah (1995): acto específico de formar una imagen en la mente por medio de procesos de pensamiento no verbal en el que las representaciones espaciales de esta imagen son recordadas o manipuladas mentalmente.

Williams, Rippon, Stone y Annett (1995) han caracterizado a un tipo de imaginería como dinámica o de movimiento, que consiste en el acto de imaginar el movimiento corporal y en el de manipular mentalmente objetos en el espacio; además, la imaginería dinámica es definida como la imaginería de acciones y de transformaciones mentales controladas voluntariamente.

Williams *et al.* (1995) incluyen dentro de la imaginaria dinámica a la imaginaria del movimiento corporal y a la manipulación mental de objetos en el espacio, aunque cada una de éstas involucre diferentes sistemas. Por ejemplo, la rotación mental que pertenece a la manipulación mental de objetos en el espacio consiste en la codificación visoespacial del estímulo (perspectiva externa), así como también el imaginar a otra persona ejecutando una serie de acciones (imaginaria del movimiento corporal) (perspectiva externa); mientras que imaginarse a uno mismo ejecutando una serie de acciones (imaginaria del movimiento corporal) (perspectiva interna), involucra al sistema cinestésico sensorial y al sistema motor efector (Williams *et al.* 1995).

La hipótesis de que en el proceso de imaginaria están involucrados muchos de los mecanismos cerebrales que se utilizan en la percepción normal (Kosslyn, 1980), fue propuesta desde 1890 por William James y en la actualidad ha sido apoyada por diversas investigaciones (Williams *et al.* 1995).

Los diversos estudios neurofisiológicos sobre imaginaria del movimiento o dinámica que se han realizado, a pesar de que han arrojado resultados discrepantes entre sí (Williams, *et al.* 1995), se pueden interpretar como evidencia de que existen diversos mecanismos visoespaciales y motores involucrados en la imaginaria de movimiento.

En un estudio clásico, realizado con la técnica de Tomografía por Emisión Positrónica (PET), Roland, Lassen, Larsen y Skinhoj (1980) observaron un incremento en el flujo sanguíneo regional del cerebro (rCBF) en la corteza motora primaria y en el área motora suplementaria cuando los sujetos realizaban una prueba de "*finger opposition*". Concluyeron que las áreas

pre-motoras, incluyendo las suplementarias, están probablemente involucradas en la planeación e iniciación de patrones complejos de movimiento. En una investigación llevada a cabo posteriormente por este mismo grupo (Roland, Skinhoj, Lassen y Larsen, 1980), también se observó un incremento del rCBF en el área motora suplementaria durante la ejecución imaginaria de la prueba utilizada en el estudio anterior, sin embargo, este incremento no se observó en el área primaria. Estos resultados fueron replicados por Rao, Binder, Bandettinni, Hammeke *et al.* (1993) con la técnica de Imaginería por Resonancia Magnética Funcional (fMRI). En una investigación que se llevó a cabo con la técnica de Mapeo de la Actividad Eléctrica Cerebral (BEAM), también se encontró evidencia de la participación de la corteza motora primaria y de la corteza pre-motora durante procesos de imaginería del movimiento (Breitling, Guenther y Randot, 1986).

Existe también evidencia que sugiere la participación de componentes visoespaciales en la imaginería dinámica (Breitling, *et al.* 1986); las áreas temporal inferior izquierda y occipital izquierda se activan en tareas de imaginería visual. Esto se ha observado en investigaciones con diferentes técnicas tales como: Tomografía por Emisión Positrónica (PET) (Charlot, Tzourio, Zilbovicius, Mazoyer y Denis, 1992), Tomografía por Emisión Positrónica Computarizada Simple (SPECT) (Goldenberg, Podreka, Steiner y Willmes, 1987; Goldenberg, Podreka, Steiner, Franzen y Deecke, 1991) y Potenciales Relacionados a Eventos (ERP) (Farah, 1984; Farah, Steinhauer, Lewicki, Zubin y Peronnet, 1988). Sin embargo, Goldenberg *et al.* (1988) encontraron que estas áreas no se activan en las tareas de imaginería motora.

En una revisión de estudios, Decety e Ingvar (1990) concluyeron que en la imaginería de movimiento participan estructuras cerebrales ampliamente distribuidas en la corteza apoyando

las representaciones espaciales en la memoria de trabajo y la activación de planes de acción.

Un punto controversial en el tema de la imaginaria lo constituye el hecho de saber si existen imágenes mentales diferentes de las representaciones mentales generadas a partir de la memoria verbal. En los años setentas se comenzaron a discutir dos temas dentro de la imaginaria: el primero cuestionó si la imaginaria mental involucra las mismas representaciones que se utilizan durante la percepción visual, o si depende únicamente de representaciones más abstractas y postperceptuales. El segundo tema intentó resolver la incógnita de si las imágenes mentales tienen un formato espacial o uno proposicional (verbal). Los pioneros en el estudio de este tema (Paivio y Ernest, 1971; Shepard, 1978) han creado diversos paradigmas experimentales para demostrar la distinción entre imaginaria y pensamiento verbal, y para caracterizar a la imaginaria mediante tareas objetivas de procesamiento de la información.

Se han realizado experimentos conductuales con el fin de aclarar estos cuestionamientos, sin embargo, no se ha podido obtener información decisiva (Farah, 1995). Anderson (1978, citado en Farah, 1995) menciona que la información conductual no es suficiente para obtener resultados concluyentes sobre la distinción entre las teorías no-visuales y las viso-espaciales. El estudio de la imaginaria se ha visto enriquecido mediante investigaciones psicofisiológicas. El estudio neuropsicológico de la imaginaria mental permite obtener información y evidencia directa de los estadios del procesamiento interno que intervienen entre la aparición de los estímulos y la respuesta del sujeto. Estas investigaciones consisten en la realización de medidas fisiológicas durante la ejecución de tareas de imaginaria con sujetos "normales" o pacientes con lesión cerebral.

Los experimentos con pacientes que han sufrido una lesión cerebral se basan en la hipótesis de que la creación de una imagen mental consiste en la activación de representaciones visuales corticales; por lo tanto, los pacientes con daño selectivo en la corteza visual deben presentar el mismo deterioro en imaginaria mental. Esto es lo que comúnmente sucede de acuerdo a los resultados de diversas investigaciones (de Renzi y Spinnler, 1967; Beauvois y Saillant, 1985; De Vreese, 1991, citados en Farah, 1995). Estos estudios han resultado ser consistentes con la hipótesis de que la imaginaria mental involucra representaciones propias del sistema visual, incluyendo representaciones tempranas en el lóbulo occipital, que se conoce tienen un formato espacial (Bisiach y Luzzati, 1978; Levine, Warrach y Farah, 1985; Farah, Hammond, Levine y Calvanio, 1988; Farah, Soso y Dasheiff, 1992). Sin embargo, existen investigaciones (principalmente con pacientes agnósicos) que no apoyan esta hipótesis, como la realizada por Behrman, Winocur y Moscovitch (1992), quienes reportaron un paciente agnóstico severo que demostraba habilidades en imaginaria visual. Se ha concluido (Farah, 1995) que en la mayoría de los casos de deterioro visual selectivo debido a daño en el sistema cortical visual, los pacientes manifiestan daños cualitativamente similares en la percepción y en la imaginaria visual. Esto proporciona evidencia para la hipótesis de que la imaginaria y la percepción comparten representaciones, y que esas representaciones están especializadas gracias al mismo tipo de información visual o espacial.

En los estudios sobre imaginaria mental realizados con sujetos "normales" se han utilizado diversas técnicas. Las investigaciones llevadas a cabo mediante la técnica de SPECT (Roland y Friberg, 1985; Goldenberg, Podreka, Steiner y Willmes, 1987; Charlot, Tzourio, Zilbovicius, Mazoyer y Denis, 1992; Kosslyn, Alpert, Thompson, Maljkovic *et al.* 1993) concuerdan con los resultados obtenidos en experimentos realizados con pacientes con lesión cerebral que

asocian la actividad cortical visual con la imaginación mental. Goldenberg *et al.* (1987) han realizado una serie de estudios de imaginación mental utilizando la técnica de SPECT. Ellos observaron qué áreas cerebrales se activaban durante la imaginación mental usando diseños experimentales sofisticados, en los que las pruebas de imaginación involucraban los mismos procesos que las pruebas control excepto en la imaginación (Goldenberg *et al.* 1987; Goldenberg, Podreka, Steiner, Willmes, Suess y Deecke, 1989a; Goldenberg, Podreka, Uhl, Steiner, Willmes y Deecke, 1989b; Goldenberg, Podreka, Steiner, Franzen y Deecke, 1991). En todos estos estudios se encontró que la imaginación visual estaba asociada con la activación de las regiones occipital y temporal. Charlot *et al.* (1992) observaron los mismos resultados (actividad pronunciada y consistente en el lóbulo occipital) con la técnica de SPECT. Esto sugiere que la imaginación involucra representaciones espaciales estructuradas visualmente. Estudios con ERP (Farah, Peronnet, Gonon y Giard, 1988; Farah y Peronnet, 1989) y MRI (Lebihan *et al.*, 1993, citado en Farah, 1995) también encontraron que la imaginación involucra regiones visuales corticales que son normalmente activadas por la percepción visual temprana (occipital y áreas 17, 18 y 19). En el estudio realizado por Farah y Peronnet (1989) se obtuvieron además, datos que sugieren que existen personas capaces de activar involuntariamente más sus sistemas visuales que otros, y que estas personas experimentan la imaginación más vívidamente.

Los resultados anteriormente citados permiten afirmar que existen procesos de naturaleza específicamente visual en las imágenes visuales y sugieren que por lo menos algunos de sus sustratos neuronales tienen un formato espacial (Farah, 1995).

¿Cuál es el lugar en donde se generan las imágenes mentales? y ¿Cómo se generan? Existen diversas hipótesis, postuladas por diferentes investigadores (Kosslyn, 1987; Paivio, 1975; Paivio, 1986; Goldenberg *et al.* 1987; Corballis, 1983), que pretenden resolver estos cuestionamientos, sin embargo, no hay respuestas concluyentes, por lo que el tema sobre la generación de las imágenes mentales es aún un campo abierto a la investigación. El término generación de una imagen se refiere al proceso mediante el cual la información sobre un objeto o un lugar que está almacenada en la memoria de corto y largo plazo es reactivada para formar lo que es experimentado como una imagen visual (Tippett, 1992).

Durante mucho tiempo se asumió que las imágenes mentales se generan en el hemisferio cerebral derecho, sin embargo, no existe evidencia directa que compruebe esta afirmación (Ehrlichman y Barret, 1983). Se han realizado diversos estudios (Kosslyn, 1987; Goldenberg *et al.*, 1987) que proporcionan información sobre los sustratos neuronales involucrados en el proceso de generación de imágenes y a partir de los cuales han sido desarrolladas diversas teorías.

Kosslyn (1987) desarrolló una aproximación computacional para las funciones cerebrales en la que considera al cerebro como un conjunto de subsistemas que se encargan del procesamiento computacional de la información en forma sistemática, a fin de que ésta sea interpretable. Este investigador presentó una teoría sobre la lateralización cerebral de los procesos perceptuales y de la imaginaria, y se basó en la evidencia neuroanatómica de estudios con primates que afirman la existencia de dos sistemas corticales visuales (Ungerleider y Mishkin, 1982 citado en Kosslyn, 1987): el sistema ventral y el sistema dorsal. El sistema ventral incluye al lóbulo occipital y a la región infero-temporal. Este sistema parece estar especializado en el

procesamiento de la información visoperceptual que implica el análisis de la forma. Kosslyn (1987) afirmó que el sistema ventral no sólo codifica formas durante la percepción, sino que además, activa formas en la generación de imágenes visuales. Según Kosslyn este sistema está representado en ambos hemisferios. El sistema dorsal se extiende desde la corteza visual hasta el lóbulo parietal y se piensa que está relacionado con habilidades espaciales que tienen que ver con un análisis de lugar (¿Dónde se encuentran las cosas en el espacio?). Kosslyn (1987) realizó una modificación a esta teoría con el fin de proporcionar una explicación de la forma en que el cerebro logra el reconocimiento y la generación de imágenes de objetos. Esta modificación consistió en extender la función del sistema dorsal de la simple localización de objetos en el espacio a la localización de las diversas partes dentro de un solo objeto, es decir, las relaciones espaciales entre las partes de un objeto. El sistema dorsal podría ser responsable de enfocar la atención en las partes de un objeto y de describir las relaciones entre las partes del mismo. Así mismo, Kosslyn (1987) argumentó la necesidad de tener dos tipos de representaciones espaciales: la categórica y la coordinada. Las relaciones categóricas permiten reconocer un objeto a pesar de la forma aparente que tome, siempre y cuando conserve las propiedades generales de las partes y la relación que guardan entre sí. Esto se debe a que la percepción y la generación de una imagen necesitan la facilidad de representar objetos flexibles que asumen posiciones diferentes y por lo tanto diversas apariencias. Un sistema capaz de reconocer objetos en diferentes posiciones necesita describir las relaciones de las partes de un objeto a pesar de cualquier transformación en alguna de sus partes. Las relaciones coordinadas consisten en relaciones espaciales métricas entre las partes de un objeto y se activan cuando existen objetos complejos con muchos elementos que no varían mucho entre sí y que no podrían ser reconocidos por descripciones categóricas.

Kosslyn (1987) tomó dos casos descritos por Levine *et al.* (1985 citado en Farah, 1995) como evidencia de que la forma y las relaciones espaciales son procesadas por mecanismos diferentes dentro de la imaginaria. Un caso era una persona que podía formar imágenes espaciales de lugares o rutas pero no podía formar imágenes de formas de objetos. Esta persona tenía una lesión bilateral en la región temporo-occipital. El otro caso era un paciente que podía formar imágenes de formas de objetos pero no de lugares. Esta persona tenía lesiones bilaterales que afectaban regiones parieto-occipitales. Ambos casos presentaban el mismo tipo de déficit en la percepción.

Kosslyn y su grupo de investigadores han realizado estudios con sujetos "normales". En una investigación (Kosslyn, Koenig, Barrett, Cave, Tang y Gabrieli, 1989) que consistió en cuatro experimentos se utilizó el paradigma de "campo visual dividido" que permite presentar los estímulos en forma separada a cada uno de los hemisferios. La tarea de los sujetos consistió en realizar un juicio categórico o coordinado sobre los estímulos que se les presentaban. Los resultados revelaron que cuando los estímulos eran presentados en el hemisferio izquierdo, las relaciones espaciales categóricas se codificaban y evaluaban más rápidamente que cuando los estímulos eran presentados en el hemisferio derecho. En cambio, las relaciones espaciales coordinadas se evaluaban y codificaban más rápidamente cuando los estímulos eran presentados en el hemisferio derecho. Sin embargo, un análisis ulterior de los datos mostró que la supremacía hemisférica para cada una de estas representaciones no era consistente. Kosslyn *et al.* (1989) concluyeron que el hemisferio derecho tiene una ventaja inicial para realizar juicios métricos o coordinados pero existe menor evidencia de que el hemisferio izquierdo posea una superioridad en los juicios categóricos. En otro de los experimentos de este estudio, se subdividió a los sujetos en "diestros consistentes y diestros

pobres". Los "diestros consistentes" revelaron una superioridad significativa del hemisferio izquierdo para las pruebas categóricas y del hemisferio derecho para las pruebas coordinadas. No se encontró ninguna superioridad hemisférica en los "diestros pobres". Sin embargo, Kosslyn *et al.* (1989) no pudieron replicar estos resultados en otro equipo (una computadora Apple II), lo cual cuestiona la consistencia de los resultados.

Las teorías sobre imaginación mental elaboradas por Kosslyn (1987) establecieron la base para el desarrollo de otras teorías, y su aproximación representa un intento por explicar en forma integrativa la organización cerebral (Tippet, 1992).

Paivio (1979) mediante su Teoría de Codificación Dual ha propuesto una aproximación sobre el lugar y la forma en que las imágenes mentales son creadas. Esta teoría (Paivio 1979; Paivio, 1986) se basa en el supuesto de que la cognición requiere de dos sistemas simbólicos: uno especializado en el procesamiento y representación de la información visual y otro especializado en el procesamiento y representación de la información no-visual. De acuerdo con esta teoría, las imágenes mentales visuales son generadas únicamente por el sistema no-verbal o visual. Se asume que ambos sistemas son funcionalmente independientes, por lo tanto, uno puede estar activo sin el otro o ambos pueden estar activos concurrentemente. Existe una relación parcial entre ambos sistemas gracias a dos vínculos a los que se les llamó interconexiones referenciales. La información almacenada en cada sistema puede ser archivada directamente por estímulos del mismo tipo (procesamiento representacional) o por representaciones del estímulo dentro de cada sistema (procesamiento asociativo). En esta teoría se considera que los estímulos que son palabras no necesariamente son procesadas por el sistema verbal. Esto es posible debido a la existencia de los vínculos-cruzados (*cross-links*)

que permiten el procesamiento de palabras concretas a través del sistema no-verbal mediante la imaginaria. De allí que los paradigmas experimentales que emplean palabras concretas y no concretas son vistos como estrategias válidas para investigar los sistemas simbólicos verbal y no-verbal.

Algunos procesos de los sistemas verbal y no-verbal son atribuidos a ciertas regiones del cerebro de acuerdo al conocimiento sobre la especialización de los hemisferios. Sin embargo, esta teoría difiere de otras por el hecho de que no pretende localizar los sistemas en un hemisferio específico (Tippet, 1992).

Paivio (1979, 1986) considera que los dos sistemas simbólicos dependen de regiones cerebrales diferentes. La especialización funcional de estas regiones determina en qué medida intervienen ambos hemisferios en cada sistema simbólico. De acuerdo con Paivio (1979, 1986), esto implica que ambos hemisferios poseen las habilidades para representar y procesar imágenes mentales. Paivio (1982) sostiene, a través de evidencias neuropsicológicas, que el hemisferio izquierdo domina en las pruebas que requieren de procesamiento representacional, incluso aquellas en las que las imágenes mentales deben ser generadas a partir de palabras. En cambio, el hemisferio derecho es superior cuando se trata de generar imágenes a partir de estímulos no-verbales. La generación de una imagen a partir del sistema no-verbal ocurre mediante el procesamiento asociativo de una señal no-verbal, por ejemplo, un sonido (Curry, 1967; Spreen, Benton y Fincham, 1965 citados en Paivio, 1982). Sin embargo, Paivio (1982) reconoció que esta división funcional hemisférica aún requiere mayor investigación.

Goldenberg y su grupo de colaboradores (Goldenberg *et al.* 1987) han estudiado la generación de imágenes mediante la técnica de rCBF y sus construcciones teóricas e interpretaciones se sustentan en el trabajo de Paivio (1979) sobre la Teoría de la Codificación Dual. Estos investigadores tomaron como base de sus estudios la teoría de Paivio debido a que ésta explica los resultados obtenidos en sus experimentos (Goldenberg *et al.* 1987). En un estudio observaron que algunas funciones cognoscitivas están controladas por sistemas ampliamente distribuidos en el cerebro, según sus análisis de patrones de covarianza entre las diferentes regiones cerebrales. Goldenberg *et al.* (1987) utilizaron un paradigma para evaluar la “teoría de codificación dual” que consiste en emplear palabras concretas y abstractas con el fin de generar o no imágenes mentales. Los resultados revelaron una mayor actividad del hemisferio izquierdo durante la tarea de imaginación que del hemisferio derecho, por lo que los autores concluyeron que sus resultados contradicen los hallazgos previos sobre la especialización del hemisferio derecho en la imaginación visual (Paivio, 1982). En este estudio se observó actividad en los lóbulos occipital y temporal inferior de ambos hemisferios. En otro estudio (Goldenberg *et al.* 1989a) en el que se evaluaron tareas de imaginación motora y visual, se encontró también un incremento de la actividad en las regiones temporal y occipital inferior en ambas tareas. Asimismo, en otro estudio (Goldenberg *et al.* 1989b) se evaluó el efecto de la cantidad de información en una imagen y se concluyó que esta variable afecta el patrón de activación cerebral. En una investigación subsecuente (Uhl, Goldenberg, Lang, Lindinger, Steiner y Deecke, 1990) en la que se midieron los cambios en la actividad cortical, se registró una activación en la región parietal durante una tarea de imaginación espacial, principalmente en el hemisferio derecho. Debido a que Goldenberg *et al.* (1987,1989) y Uhl *et al.* (1990) no encontraron resultados consistentes sobre la especialización hemisférica, estos autores concluyeron que la asimetría hemisférica, derecha o izquierda, depende de la naturaleza de la

prueba y de los estímulos que se utilicen, tal como lo propone Paivio. Es importante señalar que existe una limitación en la metodología utilizada en estos estudios, el hecho de que los patrones de flujo cerebral sólo se relacionan indirectamente con la actividad neuronal involucrada durante el pensamiento. Los autores afirman que la validez de los experimentos debe estar dada por réplicas de los estudios.

Corballis (1983) desarrolló una explicación sobre la lateralización de ciertas funciones en el cerebro humano, en la que emplea elementos de la evolución y la biología (Tippet, 1992). Corballis y Sergent (1988) realizaron un experimento de generación de imágenes mentales en un paciente comisurotomizado por epilepsia y observaron una superioridad del hemisferio izquierdo. Sin embargo, estos investigadores no utilizaron una condición control. Corballis (1991) considera que la región cerebral posterior está involucrada en la generación de imágenes con muchos elementos. Con base en la teoría de la percepción visual (Marr, 1982) y la teoría del reconocimiento visual de objetos (Biederman, 1987), Corballis propone que existe un sistema de representación en el cerebro que se encarga del análisis y del almacenamiento de los elementos que componen un objeto. Este sistema se encuentra en el hemisferio izquierdo, como lo demuestran diversos estudios (Kosslyn, 1987; Kosslyn 1988; Farah, Weisberg, Monheit y Peronnet, 1990; Kirk y Kertesz, 1989).

La imaginería mental no es una colección pasiva de imágenes, dentro de ésta existen varias operaciones que pueden ser realizadas sobre las imágenes. Estas operaciones pueden dividirse en dos: 1) No destructivas, que incluyen la **generación** de una imagen mental a partir de una señal de retroalimentación, la subsecuente **exploración** de la imagen y el **acercamiento**. Éstas

no afectan ni cambian en nada a la imagen. 2) Destructivas, que se caracterizan por afectar o cambiar la imagen e incluyen a la **supresión, reflexión, translación, magnificación y rotación**. De estas operaciones mentales la más estudiada ha sido la rotación (Wickelgreen, 1979).

La rotación mental es una medida frecuentemente utilizada y sensible para el estudio de la imaginaria mental, principalmente aquella que implica movimiento y objetos en relación con el espacio. La rotación mental está considerada también dentro de las habilidades visoespaciales. En la presente investigación se tiene como objetivo evaluar la rotación mental, por lo cual este proceso será detallado ampliamente en la siguiente sección.

Rotacion Mental

El proceso de rotacion mental

La rotación mental es un proceso que involucra la habilidad de generar y mantener la imagen mental de un objeto mientras éste es rotado en el espacio (Pezaris y Casey, 1991). Este proceso, que permite representar y transformar la información espacial, es un componente importante en la competencia intelectual humana (Levine, Huttenlocher, Taylor y Langrock, 1999).

El primer estudio de rotación mental fue llevado a cabo por Shepard y Metzler en 1971. Consistió en un estudio cronométrico en el que se tenía que resolver una tarea de relaciones espaciales. En dicha tarea, el sujeto tenía que juzgar si pares de estímulos eran iguales o diferentes entre sí. Los estímulos eran dibujos bidimensionales de figuras tridimensionales formadas por cubos, producidos por una computadora. Se presentaba la proyección del par de estímulos y el sujeto tenía que compararlos: cuando las figuras correspondían a la clasificación de "iguales" se presentaban dos figuras iguales pero en diferente posición, mientras que en la clasificación de "diferente" se presentaba una figura y su imagen en espejo u otra figura. Las figuras podían estar rotadas en un plano de dos dimensiones o en uno de tres dimensiones (profundidad). Los resultados de esta investigación permitieron concluir que los sujetos resolvían la tarea rotando mentalmente una figura a la posición de la otra para determinar si existía congruencia entre ellas. La diferencia entre los grados de rotación del primer estímulo y los grados de rotación del segundo se correlacionó significativamente con el tiempo que le

tomaba al sujeto decidir si las figuras eran iguales o diferentes. El tiempo en el que se lograba un juicio de “igual” incrementaba linealmente con el tamaño del ángulo al cual una figura tenía que ser rotada hasta llegar a ser congruente con la otra.

El estudio de Shepard y Metzler (1971) no sólo demostró la existencia de la operación de rotación mental sino que también, determinó algunas de sus características: 1) La rotación de figuras tridimensionales en un plano de dos dimensiones no fue significativamente más rápida que la que se observó en un plano de tres dimensiones. Las diferencias entre ambos planos dependen de la imagen que es rotada, es decir, de si ésta es tridimensional o bidimensional. Los autores de este estudio concluyeron que la rotación mental de la imagen de un objeto sólido es una operación tridimensional más que una operación en dos dimensiones. 2) La rotación mental involucra una transición por etapas intermedias, pues no se presenta un simple salto de una posición a otra. La rotación mental de la imagen de un objeto en 60° puede consistir en tres rotaciones elementales de 20° cada una. Según esta hipótesis, existen asociaciones aprendidas sobre la manera en que un grupo de características espaciales es transformado hacia otro grupo con una rotación de 20° en alguna dirección particular (Wickelgren, 1979). Shepard y Metzler (1971) llamaron a su tarea “Prueba de Rotación Mental”.

Posteriormente, Cooper y Shepard (1973a, citado en Wickelgreen, 1979) estudiaron la rotación de imágenes de letras en dos dimensiones. La velocidad de rotación de estas imágenes resultó ser considerablemente más rápida que la velocidad de rotación de imágenes en tres dimensiones obtenida en el estudio de Shepard y Metzler (1971). La tarea de Cooper y Shepard (1973a, citado en Wickelgreen, 1979) consistía en que los sujetos tenían que decidir

si la rotación de una letra que se les presentaba coincidía con la rotación de una segunda letra. En la tarea se presentaba primeramente una letra seguida de una flecha que indicaba la rotación que ésta debía sufrir; después de una pausa aparecía la segunda letra. Los sujetos debían rotar mentalmente la letra original en dirección de la flecha e indicar si coincidía con la segunda. El tiempo de rotación mental se correlacionó con los grados de rotación de la imagen. En un experimento subsecuente realizado por Cooper y Shepard (1973b citado en Wickelgreen, 1979), en el que se utilizó una modificación del paradigma arriba descrito, se observó que la rotación mental se realiza a través de cambios en grados intermedios. Se instruyó a los sujetos a rotar mentalmente un estímulo prueba en dirección de las manecillas del reloj, 60° por cada 500 mseg. Los tiempos eran controlados por señales auditivas (“up”, “tip”, “tip”, “down”, “tip”, “tip”) que indicaban seis posiciones. Cuando el estímulo prueba era presentado en una orientación que coincidía con los grados de rotación en que el sujeto debía haber rotado imaginariamente el estímulo original, la decisión de correspondencia se realizaba más rápido que cuando el estímulo prueba aparecía en cualquiera de las otras cinco orientaciones. Cooper y Shepard (1973b citado en Wickelgreen, 1979) observaron además, que cuando el estímulo prueba se presentaba 60° antes de la posición imaginada, la rapidez de la respuesta no difería de los ensayos en que el estímulo prueba se presentaba 60° después de dicha posición. Estos resultados apoyan la hipótesis de que la rotación es una operación destructiva. De acuerdo con esta hipótesis, la creación de una imagen en una nueva posición está acompañada por la negación o destrucción de la imagen en la posición anterior (Wickelgreen, 1979).

En 1978, Vandenberg y Kuse desarrollaron una versión en lápiz y papel de la “Prueba de Rotación Mental” de Shepard y Metzler (1971). Esta prueba contiene 20 ítems divididos en

dos partes, cada ítem contiene una figura muestra y cuatro figuras alternativas. Dos de las figuras alternativas son idénticas a la figura muestra pero rotadas en otra posición (respuestas correctas) y las otras dos figuras alternativas, son imágenes en espejo de la misma o bien, son imágenes rotadas de otra figura (respuestas incorrectas o distractores). Los sujetos tenían que decidir cuáles de las figuras alternativas eran correctas rotándolas mentalmente. Un ensayo se consideraba correcto únicamente si los sujetos detectaban las dos figuras alternativas correctas. Esto elimina los ensayos contestados al azar. La administración de esta prueba a estudiantes de educación básica, media y superior ha demostrado que ésta puede ser contestada en 10 minutos y en 6 minutos por sujetos adultos en general (Vandenberg y Kuse, 1978). Las correlaciones de la "Prueba de Rotación Mental" con otras pruebas de habilidad espacial muestran que existe una asociación significativa entre ellas, mientras que con pruebas de habilidad verbal, las correlaciones son bajas (Vandenberg y Kuse, 1978). La Prueba de Rotación Mental realizada por Shepard y Metzler (1971) y la adaptada por Vandenberg y Kuse (1978) son las más utilizadas en la investigación de los procesos de rotación mental.

Diferencias entre sexos en la Rotación Mental

La rotación mental es uno de los procesos cognoscitivos en los que se ha observado más consistentemente diferencias entre sexos. Los hombres presentan un mejor desempeño en tareas que implican rotación mental que las mujeres (Linn y Peterson, 1985, Pezaris y Casey, 1991).

Varios estudios (Beatty y Duncan, 1990; Becker y Hedges, 1984; Casey, Pezaris y Nuttall, 1992; Kimura, 1987; Vandenberg, Kuse y Vogler, 1985 citados en Qubeck, 1997) han explorado las diferencias por sexo encontradas en la ejecución de tareas de rotación mental y han empleado generalmente las tareas de Shepard y Metzler (1971) y la de Vandenberg y Kuse (1978). Igualmente, numerosos modelos han sido empleados para explicar estas diferencias. Cada uno de estos modelos utiliza diferentes conceptos: los modelos biológicos enfatizan diferencias genéticas (Ashton y Borecki, 1987; Annett, 1985), lateralización cerebral (Birkett, 1980; Casey, Brabeck y Ludlow, 1986; Corballis y Sergeant, 1989) y fluctuaciones hormonales (Hampson y Kimura, 1988; Silverman y Phillips, 1993; Moody, 1997); mientras que los modelos sociales se apoyan en la experiencia (Signorella y Jamison, 1986; Tracy, 1987 citados en Qubeck, 1997), el entrenamiento o las estrategias cognoscitivas (Gallagher, 1989).

Factores Biológicos

Dentro de los modelos biológicos se encuentra la teoría Genética de Annett (1985), la cual ha sido una de las teorías más aceptadas sobre organización cerebral. Esta investigadora habla sobre la existencia de un gen que favorece lo que ella denomina como un “giro hacia la derecha” (*right-shift*) (*rs*), el cual afecta los patrones de lateralización y la organización cerebral. Annett (1985) propuso que este gen *rs* resulta de tres genotipos: *rs++*, *rs+-*, *rs--*. El genotipo que no contiene alelos con el gen *rs* (*rs--*) se asocia con la mitad de los individuos zurdos y ambidiestros. Los individuos con una herencia del gen *rs++* tienen una mayor lateralización en el hemisferio izquierdo (más representativa en las mujeres) y son generalmente diestros. Con la herencia positiva del gen *rs* (*rs+-*) en un padre, los individuos tienden a ser también diestros pero con menor dominancia en el hemisferio izquierdo y tienen

un mejor balance en las habilidades verbales y espaciales. De acuerdo con Annett (1985) la lateralización izquierda presente en las mujeres con el genotipo $rs++$, provoca un menor desempeño en las habilidades espaciales, ya que utilizan estrategias verbales cuando resuelven problemas espaciales. Esta investigadora menciona que los hombres con este genotipo son menos propensos a problemas espaciales, debido a que no poseen una dominancia del hemisferio izquierdo como las mujeres. Se ha demostrado en estudios de familias con miembros zurdos o diestros, que los patrones de lateralización difieren y reflejan diferencias en la organización cerebral (Geschwind y Galaburda, 1987; Hardick, 1976; McKeever, 1986 citados en Pezaris y Casey, 1991).

La evidencia biológica y genética ha estado respaldada también por estudios en gemelos (McGee, 1979 citado en Richardson, 1994) y en personas con anomalías cromosómicas o problemas endocrinológicos. Existe otra hipótesis, basada en las investigaciones de Stafford (1961, citado por Richardson, 1994), quien propone que la habilidad espacial está relacionada con un gen recesivo ligado al cromosoma x. Este cromosoma predice un patrón particular en las habilidades espaciales entre los miembros de una familia; sin embargo, esta hipótesis no ha sido comprobada empíricamente (Richardson, 1994).

La edad a la que aparecen las diferencias sexuales en las habilidades espaciales ha resultado ser un tema de debate, ya que no se han podido obtener resultados concluyentes a partir de las diversas investigaciones que se han realizado. Existe la hipótesis de que estas diferencias surgen con la aparición de la adolescencia, por lo tanto se trata de un fenómeno tardío en el desarrollo (Christiansen y Knussima, 1987; Hier y Crowley, 1982, citados en Levine, Huttenlocker, Taylor y Langrock, 1999). En contraste con este supuesto, existen

investigaciones (Grossi, Orsini, Monnetti y DeMichele, 1979; Orsini, Schiappa y Grossi, 1981; Mcguinness y Morley, 1991; Rosser, Ensing, Gilder y Lane, 1984) que han mostrado diferencias en la ejecución de pruebas espaciales en niños desde la edad preescolar, donde los niños varones muestran una mejor ejecución.

A partir de esta controversia se ha criticado a las teorías genéticas y se ha propuesto que las diferencias de género en la rotación mental son producidas por factores hormonales, es decir, que existe una relación entre la habilidad espacial y los niveles de estrógenos y testosterona (McKeever y Deyo, 1990, citado en Richardson, 1994). Un estudio (Kimura y Hampson, 1994) que midió el desempeño en una tarea de rotación mental en mujeres durante diferentes etapas de su ciclo menstrual proporcionó evidencia sobre la influencia hormonal. De acuerdo con Hampson y Kimura (1992) la fase preovulatoria del ciclo menstrual corresponde al nivel más alto de la hormona estrogénica y la fase menstrual, al nivel medio de estrógenos. Hampson (1990a, 1990b 1990c) y Hampson y Kimura (1988,1992) encontraron que las mujeres durante la etapa menstrual obtenían puntajes altos en pruebas espaciales de dos dimensiones. Algunos otros investigadores (Gordon, Corbin y Lee, 1986 y Ho, Gilger y Brink, 1986) no han encontrado variaciones entre las diferentes fases del ciclo menstrual.

Silverman y Phillips (1993) fueron los primeros investigadores en utilizar una prueba de rotación mental de tres dimensiones durante el ciclo menstrual. La investigación consistió en cuatro estudios en los que participaron mujeres que no consumían píldoras anticonceptivas, mujeres que sí lo hacían y hombres. Todos los sujetos resolvieron la Prueba de Rotación Mental de Vandenberg y Kuse (1978). El primer estudio indicó que las mujeres que usaban la píldora anticonceptiva tenían una mejor ejecución en la "Prueba de Rotación Mental" durante

la fase menstrual, y que su ejecución no era significativamente diferente de la ejecución de los hombres en esta misma prueba. No obstante, este descubrimiento no pudo ser replicado. En el segundo estudio se observó que tanto las mujeres que usaban la pildora anticonceptiva como las que no, tuvieron un mejor desempeño en la prueba durante la fase menstrual. En el tercero y cuarto estudio se encontró el mismo efecto durante la fase menstrual. Sin embargo, existe una duda sobre la validez de estos estudios. Se ha criticado el tiempo límite dado a los sujetos para contestar la prueba: 7 minutos, cuando el recomendado por los autores (Vandenberg y Kuse, 1978) es de 6 minutos. Asimismo, se han hecho críticas sobre la falta de control de ciertas variables: los investigadores utilizaron todos los días de no-menstruación para representar la fase alta de estrógenos, sin tomar en cuenta que el día que le sigue a la ovulación es cuando descienden a su más bajo nivel.

Un grupo de investigadores (Peters, Laeng, Latham, Zaiyouna y Richardson, 1995) replicaron el tercer estudio de Silverman y Phillips (1993) sin encontrar ningún efecto significativo de las fases del ciclo menstrual sobre la Prueba de Rotación Mental (Vandenberg y Kuse, 1978). Pero los autores atribuyeron estos resultados a que no habían controlado adecuadamente las fases del ciclo menstrual en sus sujetos. Moody (1997) realizó un estudio que tenía como objetivo investigar los cambios en los puntajes de una prueba de rotación mental durante las fases del ciclo menstrual, y corregir los errores metodológicos que se observaron en las investigaciones de Silverman y Phillips (1993). Los sujetos que participaron fueron doce hombres y treinta y siete mujeres, diecisiete de las cuales tomaban píldoras anticonceptivas. Se les aplicó la versión original de la Prueba de Rotación Mental de Vandenberg y Kuse (1978). A cada mujer se le aplicó la prueba dos veces, una durante la fase menstrual y otra durante la fase lútea, con un desfase en la aplicación de catorce días entre prueba y prueba. No se

encontraron diferencias entre las mujeres que tomaban píldoras anticonceptivas y las que no. Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas en la ejecución de la Prueba de Rotación Mental en las diferentes fases del ciclo menstrual, lo cual apoya los resultados obtenidos por Silverman y Phillips (1993). Debido a que en la investigación no se encontraron diferencias significativas entre los puntajes promedio de los hombres y los de las mujeres en la fase menstrual, mientras que sí se encontraron durante la fase lútea, la autora concluyó que los cambios en las diferentes fases del ciclo menstrual se relacionan con la diferencia en ejecución entre ambos sexos. La autora menciona la necesidad de realizar mayor investigación que tome en cuenta las estrategias que utilizan los sujetos para resolver la tarea.

Factores sociales

Diversos investigadores (Newcombe, Bandura y Taylor, 1983 citado en Lunnenborg y Lunnenborg, 1984) consideran que los factores sociales explican las diferencias entre sexos en las habilidades espaciales. De acuerdo con la literatura existente sobre este tema, las actividades espaciales están relacionadas con actividades que son juzgadas social o culturalmente como masculinas y en las que, por lo tanto, los hombres participan más y obtienen mayor experiencia (Newcombe, *et al.*, 1983 citado en Lunnenborg y Lunnenborg, 1984). Esta es una explicación sobre por qué los hombres obtienen una mejor ejecución en las pruebas espaciales. También apoya este supuesto, la evidencia de que las mujeres que reportan una preferencia por actividades masculinas con características espaciales, tienen una mejor ejecución en las pruebas espaciales que aquellas que se interesan por actividades consideradas como femeninas (Serbin y Connor, 1979 citado por Casey y Brabeck, 1990). Además, se ha encontrado que la participación de mujeres en actividades masculinas se correlaciona con su ejecución espacial (Signorella, Krupa; Jamison y Lyons, 1986).

Algunos otros investigadores (Gihn y Stiehl, 1999) han considerado que el autoconcepto de género se relaciona con la ejecución en pruebas espaciales. Jamison (1986) llevó a cabo un meta-análisis sobre autoconcepto de género y ejecución cognoscitiva, y encontró que los puntajes más altos de autoconcepto masculino se relacionaron con una mejor ejecución en pruebas espaciales y matemáticas.

Bem (1985) ha teorizado que ciertos individuos utilizan asociaciones relacionadas con el sexo para evaluar y asimilar nueva información. Estas asociaciones, llamadas esquemas de género, se forman en la primera infancia y se derivan de prácticas y creencias culturales sobre los géneros (masculino y femenino). De acuerdo con Bem (1985), estas personas se conforman a partir de definiciones culturales de masculinidad y femineidad, y sus características de personalidad se adecúan a ellas. Bem (1985) sugiere que los individuos que poseen un alto nivel de procesamiento estereotipado de acuerdo al género, también poseen un alto nivel de conducta estereotipada de género. Por lo tanto, muchas diferencias sexuales, como la superioridad masculina en las pruebas espaciales se debe a los esquemas de género. Bem desarrolló un inventario para clasificar cada tipo de persona: hombres que poseen características de personalidad y conducta de acuerdo al estereotipo masculino, hombres cuyas características de personalidad y conducta no corresponden al estereotipo masculino, mujeres con características de personalidad y conductas que corresponden al estereotipo femenino, y mujeres cuyas características de personalidad y conductas no pertenecen totalmente al estereotipo femenino.

Gihn y Stiehl (1999) realizaron una investigación que examinó tres variables: sexo, esquema de género y actividades relacionadas a cada sexo, con el fin de conocer qué variable se

relacionaba más con la Prueba de Rotación Mental de Vandenberg y Kuse, (1978). Para clasificar a los sujetos sobre el esquema de género al que correspondían se utilizó el Inventario de Rol Sexual de Bem (Martin y Ramanaiah, 1988, citado en Gihn y Stiehl, 1999). Las actividades relacionadas a cada sexo se midieron con el Cuestionario de Habilidad Espacial desarrollado por Signorella *et al.* (1986) que clasificó a los sujetos como participantes de actividades femeninas, masculinas o neutrales. Los resultados indicaron que los hombres tuvieron una mejor ejecución que las mujeres, como era de esperarse de acuerdo a las diversas investigaciones antes mencionadas. Los análisis de los datos mostraron que aquellos sujetos que participaban en actividades espaciales masculinas tuvieron un puntaje más alto que los que participaban en las actividades neutrales. Sin embargo, sólo los hombres participaban en actividades masculinas y todas las mujeres fueron clasificadas como participantes de actividades neutrales, ninguna en actividades femeninas. Los resultados son ambiguos, ya que el hecho de que el grupo clasificado como perteneciente a actividades masculinas, pudo haber obtenido puntajes altos debido a su sexo. No se observaron diferencias significativas entre los grupos con y sin características de género, por lo tanto los resultados no apoyan la hipótesis de que la existencia de diferencias en la ejecución se deba a una diferencia de esquemas de género.

Se ha propuesto que las diferencias de género en las habilidades espaciales pueden ser atenuadas o eliminadas con la experiencia, es decir, con la práctica constante (Caplan, McPherson y Tobin, 1985; Baenninger y Newcombe, 1989 citados en Ricahrdson, 1994). Burnett y Lane (1980) encontraron que la habilidad espacial mejora durante el curso de la educación profesional, principalmente en estudiantes de matemáticas y ciencias físicas en comparación con estudiantes de ciencias sociales o humanidades. En todos los cursos los

hombres siempre tuvieron una mejor ejecución que las mujeres cuando se les evaluó por primera vez al ingresar a su carrera, pero en el caso de las carreras de ciencias físicas, la magnitud de la diferencia se redujo significativamente cuando se realizó una reaplicación a finales del cuarto semestre.

Richardson (1994) realizó una investigación en la que evaluó la ejecución en una prueba de rotación mental en estudiantes de Psicología de tres niveles: cursos introductorios, cursos avanzados y graduados. Este investigador utilizó la prueba de "Manikin" de Benson y Gedge (1963, citado en Richardson, 1994) adaptada por Ratcliff (1979) en dos versiones: la "Prueba de Ratcliff de Habilidad Espacial" diseñada para evaluar factores masculinos y la "Prueba de Ratcliff de Empatía Personal", que es una versión femenina de la prueba. Se utilizaron estas dos versiones de la prueba con el fin de obtener mayor información que la obtenida por Naditch (1976, citado en Richardson, 1994) y Sharps, Welton y Price (1993). Estos autores sugieren que la diferencia entre hombres y mujeres en la ejecución de una prueba de rotación mental puede ser eliminada si se cambian las instrucciones de la prueba, que enfatizan su naturaleza espacial. El objetivo del estudio fue determinar si existen diferencias en la ejecución de la prueba de acuerdo con el grado de estudio de los sujetos. Así como, investigar si con la versión "femenina" de la prueba, las mujeres tenían una mejor ejecución. Los resultados de este estudio no apoyan los obtenidos por Naditch (1976, citado en Richardson, 1994) ni su propuesta. Sin embargo, si observaron que la ejecución de los estudiantes en la prueba de rotación mental varió en función de la escolaridad de los sujetos.

Interacción de factores biológicos y sociales

Existen otros investigadores (Casey y Brabeck, 1990 y Pezaris y Casey, 1991) que proponen que las diferencias entre sexos se deben a una interacción de factores biológicos y sociales. Éstos se basan en la teoría genética de Annett (1985), quien considera que un 49% de la población tiene el genotipo óptimo para las habilidades espaciales (rs+). Sin embargo, Casey y Brabeck (1990) proponen que no todas las personas con este genotipo desarrollan estas habilidades, sólo las desarrollan aquellas que han tenido experiencia en actividades visuales o espaciales. Según Pezaris y Casey (1991), las mujeres que tienen un genotipo rs+ y han tenido experiencia en actividades espaciales utilizan estrategias viso-espaciales más que verbales para resolver las pruebas. Estos investigadores sugieren que los hombres y las mujeres resuelven las pruebas de rotación mental por medio de estrategias diferentes: los hombres utilizan estrategias viso-espaciales en las que imaginan a un objeto y lo rotan mentalmente; mientras que las mujeres utilizan estrategias verbales que son menos eficientes. Sin embargo, las mujeres con genotipo rs+ y con experiencia en actividades espaciales, utilizan las estrategias usadas por los hombres para resolver tareas de rotación mental.

Pezaris y Casey (1991) realizaron una investigación con el objetivo de corroborar estas hipótesis. Este estudio consistió en aplicar la prueba de rotación mental de Vandenberg y Kuse (1978) a adolescentes hombres y mujeres de 13 a 15 años. Las mujeres fueron clasificadas en diestras con familiares zurdos y diestras sin algún familiar zurdo, lo cual permitió tener una aproximación de su genotipo con respecto al gen "*right-shift*" mencionado por Annett (1985). De acuerdo con los autores, las mujeres con familiares zurdos pueden poseer el genotipo rs+. En este estudio también se controló la experiencia en actividades espaciales a través de la evaluación de las calificaciones de los sujetos en materias como física y matemáticas y de las

estrategias que utilizan para resolver un problema espacial. Estas estrategias se analizaron por medio del paradigma de interferencia que explora la ejecución en la memoria a corto plazo con interferencias viso-espaciales o verbales en la prueba de rotación mental. Los datos mostraron que la ejecución de hombres y mujeres en la prueba de rotación mental no fue significativamente diferente. Durante el paradigma de interferencia la ejecución de las mujeres fue menor que la de los hombres cuando las interferencias eran verbales; mientras que en los hombres fue menor cuando las interferencias eran viso-espaciales. Estos resultados apoyan el supuesto de que los hombres utilizan estrategias diferentes que las mujeres para resolver este tipo de tareas; además, sugieren que estas estrategias se desarrollan antes de la adolescencia temprana. También se observó que las mujeres que fueron clasificadas como poseedoras del genotipo óptimo para las habilidades espaciales, no difirieron significativamente de los hombres en la ejecución de la prueba, lo cual apoya la teoría de Annett (1985). Este grupo de sujetos obtuvo el puntaje más bajo de todos los grupos cuando sus estrategias viso-espaciales fueron bloqueadas por interferencias viso-espaciales. La ejecución de este grupo fue muy similar a la de los hombres, lo cual indica que las mujeres que supuestamente tienen el genotipo rs+- dependen de estrategias viso-espaciales más que verbales.

Estudios Fisiológicos

El estudio de la rotación mental se ha enriquecido por investigaciones fisiológicas, las cuales han permitido entender mejor este proceso y conocer qué zonas de la corteza cerebral están involucradas en el mismo. Existe la hipótesis de que el hemisferio derecho es responsable de los procesos de rotación mental. Las pruebas de rotación mental con estímulos familiares o no-

familiares se asocian con actividad en el hemisferio derecho; sin embargo, las diversas investigaciones realizadas sobre este tema no han proporcionado resultados consistentes (Fischer y Pellegrino, 1988). Los estudios con pacientes que tienen lesiones unilaterales posteriores sugieren que existe una especialización del hemisferio derecho para este tipo de pruebas (Rattcliff, 1979). Estos resultados son apoyados por investigaciones como la de Corballis y Sergent (1988), quienes reportaron que un paciente comisurotomizado presentaba una especialización del hemisferio derecho para la rotación de estímulos alfanuméricos y no-verbales complejos. Del mismo modo, Deutsch, Bourbon, Papanicolaou y Eisenberg (1988) observaron mayores niveles de flujo sanguíneo cerebral (rCBF) en el hemisferio derecho de sujetos "normales" durante la rotación de formas complejas. Sin embargo algunos otros investigadores (Ohrnstein, Johnstone, Herron y Swencionis, 1980; Fischer y Pellegrino, 1988) han reportado resultados que muestran lo contrario, es decir, una ventaja del hemisferio izquierdo en tareas de rotación mental: Ohrnstein *et al.* (1980) registraron la actividad alfa del electroencefalograma (EEG) durante la prueba de rotación mental de Shepard y Metzler (1971), los resultados indicaron una mayor participación del hemisferio izquierdo durante la ejecución de la prueba. Fischer y Pellegrino (1988) realizaron un estudio en el que se les presentaba a los sujetos estímulos alfanuméricos y signos abstractos en el campo visual izquierdo o derecho. Los sujetos tenían que decidir si el estímulo que les era presentado era idéntico a un estímulo estándar situado en el centro. Se midió el tiempo de reacción y los errores. Los tiempos de reacción fueron menores cuando los estímulos se presentaron en el campo visual derecho que en el izquierdo, lo que sugiere una ventaja del hemisferio izquierdo. Así mismo, se observaron menores errores con los estímulos alfanuméricos en el campo visual derecho que en el izquierdo, lo cual es consistente con el supuesto de que existe una superioridad hemisférica para el procesamiento de material verbal simbólico. Algunos otros

estudios (Corballis, Macadie y Beale, 1985; Jones y Anuza, 1982) no han encontrado ninguna diferencia significativa entre los hemisferios en este tipo de tareas.

La inconsistencia de estos resultados puede ser consecuencia de las diferentes técnicas (rCBF, EEG), de los diferentes estímulos y de los diversos sujetos ("normales" o comisurotomizados). Aunque también esta inconsistencia es evidencia de una representación bilateral de los procesos de la imaginaria, como ha sido sugerido por Kosslyn (1987) y Mehta y Newcombe (1991).

Las tareas de rotación mental han sido subdivididas en diferentes procesos: codificación, búsqueda, rotación, comparación, decisión y respuesta motora (Fischer y Pellegrino, 1988). Una prueba de rotación mental como la que utilizaron Shepard y Metzler (1971) y que después fue adaptada por Vandenberg y Kuse (1978), implica todos estos procesos. De acuerdo con Fischer y Pellegrino (1988), los procesos involucrados en la rotación mental son seriales y posiblemente interviene en mayor medida el hemisferio izquierdo.

Peronnet y Farah (1989) sugieren que la corteza parietal es el foco de los procesos de rotación. Ellos reportaron una relación significativa entre los grados de rotación de un objeto y la amplitud de un potencial evocado negativo registrado en el área parietal.

La rotación mental es un tópico de interés para la psicología cognoscitiva debido a que es uno de los casos más claros de un "proceso cognitivo análogo"; es decir, que es isomórfico con el proceso físico que representa, que en este caso es una rotación física externa. La rotación mental permite observar el tipo de pensamiento visual usado por científicos, ingenieros y

artistas para simular mentalmente el desplazamiento y la manipulación real de objetos del mundo físico durante la resolución de problemas creativos (Farah, 1989).

En resumen, la rotación mental ha mostrado ser un proceso primordial en el estudio de la imaginaria, se utiliza como medida común para la imaginaria dinámica y se considera que las pruebas de rotación mental son sensibles para medir imaginaria de objetos y su relación con el espacio (Peronnet y Farah, 1989; Williams *et al.*, 1995). Las pruebas más utilizadas han sido la creada por Shepard y Metzler (1971) y la versión en lápiz y papel de Vandenberg y Kuse (1978). La presente investigación evalúa la habilidad de rotación mental por medio de una tarea con figuras tridimensionales formadas por cubos, similares a las utilizadas por Shepard y Metzler (1971). Sin embargo, la tarea difiere de la de Shepard y Metzler (1971) en las instrucciones sobre la dirección y el ángulo de rotación mental de la figura en cada ensayo. La tarea es computarizada y permite obtener además de las respuestas sobre la ejecución del sujeto, el tiempo que le toma al mismo generar mentalmente la respuesta en cada ensayo.

La investigación sobre rotación mental se ha centrado en el estudio de las diferencias entre sexos en el desempeño de este tipo de tareas. Se han creado diversos modelos para dar una explicación a este fenómeno. Entre ellos están los modelos biológicos y sociales. Dentro de los modelos biológicos hay teorías que atribuyen las diferencias a circunstancias genéticas y hormonales. La investigación sobre las teorías hormonales se ha enfocado en el efecto de las fluctuaciones hormonales a lo largo del ciclo menstrual de las mujeres y su relación con la ejecución en tareas de rotación mental, demostrándose que existen cambios de la misma a lo largo del ciclo menstrual. En este estudio se comparó la ejecución en la tarea de rotación mental de dos grupos de mujeres: bailarinas y no bailarinas y se controló que todas ellas

estuvieran en la misma fase de su ciclo menstrual, con el fin de evitar influencias hormonales. Las mujeres participaron en el estudio cuando se encontraban en la fase "lútea". Que fue definida de acuerdo a los parámetros propuestos por Moody (1997): entre el 16° y 22° día después del primer día de la última menstruación. Esta fase fue elegida por ser la más larga y fácil de controlar.

Los modelos sociales mencionan que existe una relación entre las actividades espaciales y las que son juzgadas social y culturalmente como masculinas, lo cual implica que los hombres adquieren mayor experiencia en ellas que las mujeres. Esto ha sido mencionado con anterioridad de acuerdo a los resultados de diversas investigaciones (Bem, 1985; Gihn y Stiehl, 1999). También se expuso que las diferencias en las habilidades espaciales se reducen en función de la escolaridad (Burnett y Lane, 1980, citado en Richardson, 1994). Por lo anterior, en el presente estudio se controló que el nivel de escolaridad, el área de estudio y la edad en las mujeres de ambos grupos fuera equivalente. Del mismo modo, se cuidó que en el grupo control no hubiera mujeres con experiencia en algún deporte, para evitar que esta variable influyera en los resultados. En la siguiente sección se describe la forma en que la imaginaria se aplica en el deporte y la danza.

Imaginería mental y Entrenamiento deportivo

La imaginería mental se utiliza para desarrollar ciertas habilidades en diferentes disciplinas. En el entrenamiento de atletas se aplica principalmente de dos maneras: la primera es en forma de práctica mental (Suin, 1984) y consiste en el ensayo mental de un acto motor con el objetivo específico de aprenderlo o desarrollarlo sin que exista algún estímulo sensorial o se lleve a cabo la ejecución del acto (Richardson, 1967, citado en Decety e Ingvar, 1990). La segunda forma es a partir de lo que se conoce como “calentamiento psicológico” (*psyching-up*) y se refiere a una serie de estrategias de preparación antes de iniciar una competencia, en las que se incluye la imaginería mental.

La práctica mental aumenta la habilidad de la ejecución motora, principalmente en tareas que no requieren una retroalimentación sensorial permanente y que además, implican una secuencia motora planeada con anterioridad (Decety y Mick, 1988). El paradigma más utilizado en las investigaciones sobre práctica mental consiste en evaluar las habilidades de los sujetos en una actividad determinada, y posteriormente someterlos a un entrenamiento. En este paradigma, los sujetos son divididos en tres grupos de acuerdo a las condiciones del entrenamiento, las cuales son: práctica física de una actividad, práctica mental de esa actividad o ningún entrenamiento. Después del entrenamiento, los tres grupos son nuevamente evaluados. Algunos estudios han demostrado que en la condición de práctica mental los puntajes son significativamente mayores que en la de no entrenamiento, mientras que la condición de entrenamiento físico presenta los puntajes más altos (Decety e Ingvar, 1990). Sin embargo, otros estudios (Clark, 1960; Kohl y Roenker, 1980 citados en Decety e Ingvar,

1990) afirman que ambas, la práctica mental y la física, producen puntajes significativamente altos en relación con la condición control. Un tercer grupo de investigadores (McBride y Rothstein, 1979, citado en Decety e Ingvar, 1990) ha realizado estudios en los que combinan la práctica física con la mental, obteniendo puntajes más altos con ambas modalidades que con el entrenamiento físico únicamente.

Así mismo, la práctica mental facilita el aprendizaje de pruebas en las que un componente cognoscitivo se asocia a uno motor (Kohl y Roenker, 1980; Ryan y Simons, 1981). Estos estudios han demostrado que la práctica mental facilita la ejecución motora debido a que el ensayo interno del acto promueve el componente cognoscitivo. En la práctica mental se realiza una simulación mental que permite el modelamiento cognoscitivo de un acto motor, que incluye diversos componentes tales como motivación, atención, imaginaria visual y cinestésica. Todos ellos contribuyen a la construcción de la imagen de una acción serial haciendo que la habilidad sea más fácil de aprender y de llevarse a cabo. Durante la práctica mental están presentes dos componentes cognoscitivos: verbales y visuales. Un ejecutante debe hacer uso de la planeación verbal, ya que la codificación verbal participa en la práctica mental, por ejemplo, cuando las instrucciones verbales son ensayadas mentalmente. Se ha propuesto que la etapa inicial del aprendizaje de una tarea motora está controlada principalmente por una actividad cognoscitiva (Adams 1971; Schmidt, 1975, citados en Decety e Ingvar, 1990). Savoyant (1988) propuso que en las primeras etapas del aprendizaje de alguna actividad, la simulación mental contribuye en la generación de los componentes cognoscitivos de la acción y que el componente verbal es más activo en las primeras etapas de este aprendizaje. Sin embargo, esta afirmación no ha sido suficientemente apoyada por datos empíricos. Las investigaciones sobre práctica mental que han estudiado el efecto de diferentes

claves (verbales, visuales, cinestésicas, etc.) sugieren que ésta también involucra un proceso visual (imágenes visuales y cinestésicas).

El “calentamiento psicológico” incluye diferentes técnicas tales como alerta, autoreflexión, relajación, focalización de atención e imágenes. Estas técnicas son utilizadas por los atletas constantemente durante su entrenamiento, sin embargo, se considera de gran importancia realizarlas justo antes de iniciar una competencia. En estos casos, la imágenes se utiliza como la práctica mental, para imaginar la realización exitosa de una acción. Una de las técnicas preparatorias más populares es el “ensayo visomotor de conductas” (*VMBR, visuomotor behavior rehearsal*) propuesto por Suinn (Murphy, 1990), en la que primeramente se le pide al atleta que se relaje y posteriormente imagine claramente la ejecución correcta de la prueba a realizar. Los estudios de “calentamiento psicológico” (Murphy, 1990) pueden dividirse principalmente en dos: estudios en los que se correlacionan el uso de estrategias cognitivas con la ejecución atlética y estudios en los que se pide a los sujetos que antes de realizar una prueba utilicen o no diferentes técnicas de “calentamiento psicológico”, posteriormente se evalúa qué técnicas resultaron más efectivas.

El uso de la imágenes en los deportes ha sido criticado ya que se considera que los modelos utilizados son limitados y no están basados en una teoría. Así mismo, no se han evaluado sistemáticamente las diferentes formas de imágenes que se emplean y no se han explorado las diferencias individuales en estos procesos.

Se han desarrollado modelos teóricos que proponen que la imágenes debería plantearse como un proceso holístico que involucra una total reintegración de la experiencia, incluyendo claves

visuales, auditivas, táctiles, cinestésicas y emocionales. El modelo propuesto por Suinn (1984) ha proporcionado evidencia empírica de que la imaginación puede ir acompañada de aspectos emocionales (Murphy, 1990). Ahsen (1984) en su Modelo de Triple Codificación (ISM) (Murphy, 1990), propone que además de los elementos psicofisiológicos, existe un aspecto esencial que debe ser integrado dentro de las teorías de imaginación, y es el significado que la imagen tiene para el individuo. Este investigador considera que existen tres elementos en la imaginación: 1) La imagen por sí misma, que posee los atributos de una sensación pero es interna, se caracteriza por representar el mundo externo con cierto grado de realismo sensorial; 2) La respuesta somática, que son los cambios psicofisiológicos en el cuerpo ocasionados por el acto de imaginar; 3) El significado de la imagen. Ahsen (1984) afirma que el proceso de imaginación es único a cada individuo y una serie de instrucciones no van a producir la misma experiencia de imaginación en dos personas, es por esta razón que el componente emocional es primordial.

Murphy (1990) propone que es necesaria la consideración de modelos teóricos como los mencionados anteriormente en la investigación sobre imaginación aplicada en el entrenamiento deportivo, ya que las disciplinas deportivas se enriquecerían.

Entrenamiento deportivo y habilidades visoespaciales

Se ha propuesto que las habilidades espaciales como la rotación mental, contribuyen a la ejecución de ciertos deportes (Graydon, 1980) y que estas habilidades pueden ser un factor importante en la ejecución de tareas percepto-motoras y en los deportes que hacen uso de ellas (Overby, 1990). Diversas investigaciones (Fleishman y Rich, 1963 citado en

Graydon, 1980; Kolakowski y Malina, 1974; Graydon, 1980) han pretendido dar respuesta a esta disyuntiva, sin embargo, existe controversia en cuanto a este tema debido a la disparidad de los resultados. Algunos investigadores (Fleishman y Rich, 1963, citado en Overby, 1990) han comparado habilidades motoras gruesas y habilidades espaciales, y han obtenido evidencia de que las habilidades espaciales son importantes en las primeras etapas del aprendizaje de una tarea perceptual, pero en las etapas posteriores, éstas son reemplazadas por mecanismos propioceptivos. En otro estudio (Kolakowski y Malina, 1974 citado en Overby, 1990) se reportó una correlación positiva entre las habilidades espaciales y el desarrollo de habilidades motoras gruesas. Kolakowski y Malina (1974) encontraron que en un grupo de adolescentes (14 a 16 años de edad), la habilidad de encestar un balón de basquetbol se correlacionaba con su desempeño en una prueba espacial. La habilidad espacial que se evalúa más comúnmente en este tipo de investigaciones es el estilo perceptual, que se clasifica en dos: dependencia de campo, que es la tendencia a que el campo visual externo sea relevante y a que la percepción esté dominada por la organización del campo sin poder percibir las partes del mismo; e independencia de campo, que es la tendencia a utilizar señales corporales, o bien a percibir las partes del campo como separadas de un conjunto organizado. Algunos investigadores (Meek y Skubik, 1971 y Bard, 197, citados en Graydon 1980) han encontrado que las personas con habilidades motoras obtienen puntajes altos en el estilo perceptual "independiente de campo", sin embargo existen investigadores que rechazan esta hipótesis Loader, Edwards y Heschen, 1982). Así mismo, se ha propuesto que únicamente se observa una mayor independencia de campo en los atletas de deportes individuales, ya que los atletas de deportes en equipo puntúan mas alto en dependencia de campo (McLeod, 1985). Janet Graydon (1980) evaluó las habilidades espaciales entre jugadoras

profesionales de squash, jugadoras con poca habilidad y no jugadoras. La evaluación se realizó en 39 mujeres utilizando la Prueba de Aptitud Diferencial de Relaciones Espaciales (DAT). Graydon (1980) no encontró diferencias significativas entre los grupos, pero concluyó que en las primeras etapas del aprendizaje de una prueba motora-perceptual novedosa, la habilidad espacial ejerce gran influencia, lo que concuerda con los resultados de Fleischman y Rich (1963, citado en Overby, 1990).

Danza, Espacio y Manipulación de Imágenes Mentales

La Danza

La danza es el arte del movimiento y la expresión a través del cuerpo. Consiste en expresar emociones, sentimientos y pensamientos a partir de un lenguaje corporal y gestual. La danza surge desde tiempos ancestrales como una necesidad del hombre para comunicarse con los Dioses, cada pueblo a lo largo de la historia, ha creado sus propias manifestaciones de la danza. La danza como arte “institucionalizado”, es decir, definida por un consenso como una técnica, nace en el siglo XVIII con Noverre, quien crea una serie de movimientos que dan lugar a lo que conocemos como Ballet o Danza Clásica (Baril, 1987). El Ballet consiste en un sistema de movimientos que deben superponerse a los movimientos habituales, y por lo tanto, naturales del hombre; esto a partir de una posición llamada *en dehors*, que consiste en la rotación de los muslos hacia fuera, lo que permite mantener una posición “abierta” de las piernas y los pies. La técnica está codificada en cinco posiciones fundamentales abiertas y es el resultado adquirido tras largos años de ejercicios que le permiten al bailarín “variar su eje”. Se caracteriza por una marcada tendencia a la elevación, lo que se logra al máximo a través del uso de las puntas en los pies y enfatiza la estética del cuerpo humano. La Danza Moderna aparece tras la necesidad de abandonar la rigidez de la técnica y explorar nuevos movimientos que permitan una mayor libertad de expresión. Con ésta surgen nuevos movimientos que implican el uso del torso, ahora desalineado y las contracciones. Además se emplea el piso como elemento en el que se pueden realizar desplazamientos y caídas, lo que lleva a explorar el espacio circundante en su totalidad. Así mismo, se comienza a dar

importancia a los desplazamientos del peso del cuerpo en diferentes velocidades. Se considera relevante también a las relaciones entre danza y música dadas en la métrica y el ritmo y a los grados de elasticidad corporal como elementos de enlace; al estudio de la relación entre tiempo, energía y espacio; y al papel del espacio, considerando los planos y los grados (Baril, 1987).

Rudolf Laban (1975) afirma que en la danza se busca dominar: a) la energía muscular, o fuerza necesaria para resistir o no a la gravedad; b) la velocidad de las acciones en el tiempo, tanto aceleración como desaceleración; c) la combinación de movimientos, su fluidez, continuidad y pausas en las formas creadas y; d) la extensión de los movimientos en el espacio en múltiples direcciones.

La danza incluye factores como el tiempo, el peso, el flujo del movimiento y el espacio. Estos factores son determinantes en la experiencia dancística para el bailarín, el coreógrafo y el observador. En la presente investigación nos enfocaremos en la relevancia del manejo del espacio y el movimiento.

Merce Cunningham menciona que en la danza se crea un espacio imaginario (Baril, 1987) y éste consiste en la imagen mental del cuerpo en movimiento (Sheets, 1966 citado en Baril, 1987). El cuerpo en movimiento como fenómeno físico es una masa única, es decir, aparece unificado en el espacio (Sheets, 1966). Laban (1975) menciona que el centro de todo el cuerpo y sus diferentes partes se desplazan y avanzan en el espacio. El área central del cuerpo busca otra ubicación en el espacio y a través de todas las formas de locomoción, el centro de gravedad se transporta a una nueva ubicación. El espacio se

circunda a través de desplazamientos hasta llegar al punto de partida. De acuerdo con Sheets (1966 citado en Baril, 1987) el movimiento en el espacio da lugar a formas imaginarias visuales y kinéticas que pueden ser caracterizadas como líneas imaginarias de fuerza (fuerza concentrada en el centro del cuerpo). Ella define cuatro formas visuales-kinéticas:

★ Diseños lineales: es una línea imaginaria trazada a lo largo de las partes del cuerpo, representa una configuración del cuerpo como un todo.

★ Patrón lineal: es una línea imaginaria pre-existente trazada a partir del movimiento (existe desde que el movimiento es planeado). Es la línea que traza el cuerpo al moverse en el espacio.

★ Diseño de superficie: Es una forma tridimensional cambiante, el cuerpo como forma tridimensional.

★ Patrón de superficie: Es la forma del espacio creado por el movimiento.

Estas formas visuales-kinéticas son creadas por el bailarín al concebir su propio movimiento, disociado del diseño lineal de su cuerpo.

Según Sheets (1966 citado en Baril, 1987) los bailarines tienen una gran cantidad de experiencias de su cuerpo en movimiento y por consecuencia una conciencia de la presencia espacial del mismo altamente desarrollada.

Danza, Habilidades Visoespaciales e Imaginería Mental

Bajo el supuesto de que la danza es una actividad que requiere de ciertas habilidades espaciales que se pueden dividir al menos en dos: habilidad de orientarse y moverse correctamente en el espacio circundante (orientación corporal) y habilidad de colocar cada parte del cuerpo en la posición exacta y mantener una relación específica con las diferentes partes del mismo, Corsi y Gutiérrez (1991) realizaron un estudio. Basándose en investigaciones anteriores (Kolakowski y Malina, 1974; Barrell y Tripe, 1975 citados en Corsi y Gutiérrez, 1991), consideraron que existe una mayor independencia de campo en las personas que realizan algún deporte, en especial, en las disciplinas que requieren una orientación interna. El objetivo del estudio de Corsi y Gutiérrez (1991) consistió en explorar la relación entre dependencia/independencia de campo y habilidades visoespaciales en estudiantes de ballet con diferentes niveles de entrenamiento. Aplicaron la Prueba de Figuras Incrustadas (*Embedded Figures Test*) para medir dependencia/independencia de campo y la escala de diseño de bloques del WAIS y del WISC para conocer las habilidades visoespaciales. Los sujetos se dividieron en cuatro grupos con diferentes niveles de instrucción de ballet de acuerdo a la *Royal Academy of Dancing* (*pre-primary, quinto grado, pre-elementary y advanced*) y edades (edad promedio de los grupos variaba entre los 7.6 y 21.7 años). También participó un grupo control sin entrenamiento en danza que correspondía en edad al grupo de *advanced*. Asimismo, se les aplicó una prueba de orientación del cuerpo dentro del espacio y otra de conciencia corporal que fueron diseñadas por una experta en danza. Los autores no encontraron correlación entre el desempeño en el diseño de bloques y la prueba de

figuras incrustadas en ninguno de los niveles de entrenamiento, ni en las pruebas de orientación. Tampoco observaron diferencias significativas entre el grupo avanzado y el control. Únicamente se encontró una correlación positiva entre niveles de entrenamiento y ejecución en la escala de diseño de bloques, es decir, conforme el nivel de instrucción era mayor la ejecución mejoraba. Estos resultados fueron atribuidos a la edad más que al propio entrenamiento. Las autoras concluyeron que el entrenamiento en disciplinas que desarrollan habilidades espaciales tales como orientación dentro del espacio, no está relacionado con la habilidad para manipular una representación abstracta del espacio. Sin embargo, mencionan que las pruebas que utilizaron para medir orientación dentro del espacio y conciencia corporal no estaban estandarizadas.

La imaginaria también es utilizada en la danza, como en algunos deportes, para desarrollar ciertas habilidades, se considera de gran importancia el ensayo mental, que es la imaginaria realización exitosa de una serie de movimientos antes de llevarlos a cabo activamente (Vaccaro, 1997). Se le considera un método de enseñanza que facilita el alineamiento, aumenta la percepción cinestésica y fomenta la exploración de movimientos creativos (Overby, 1990). Este método permite explicar movimientos específicos de la técnica dancística. Instructores en danza, tales como Irene Dowd y Alma Howkins (Minton, 1996), consideran que la imaginaria proporciona a los estudiantes una visualización mental y un sentido cinestésico de cómo una secuencia de movimientos debe verse y llevarse a cabo y Hanrahan (1990) afirma que es más fácil recordar una imagen que una serie de instrucciones verbales que implican el movimiento de varias partes del cuerpo. La imaginaria se utiliza en la enseñanza de la técnica, en la

práctica profesional y en la coreografía. Se han realizado diversos estudios sobre el tipo de claves que utilizan los profesores en sus clases con el objetivo de analizar cuáles son las más efectivas (Gray, 1984a, 1984b; Skrinar, 1986; Lord, 1981,1982, citado en Minton, 1996). Asimismo, se han creado diversos catálogos que recopilan las claves más utilizadas por los profesores y que realizan una clasificación de ellas (Siedentop, Tousignant y Parker, 1982; Phillips, Carlisle, Steffen y Stroot, 1986; Overby, 1990). Overby realizó un instrumento con el objetivo de describir las estrategias de imaginaria usadas por los maestros de danza. Este instrumento fue nombrado "Instrumento de Observación Sistemática" (SOI) (Overby 1991,1992). El SOI divide a las claves en cuatro: 1) cinestésicas, proporcionan al estudiante el sentido corporal del movimiento; 2) visuales, permiten dibujar una figura mental reflejando la ejecución correcta; 3) directas, son similares al ensayo mental y consisten en hacer que el estudiante cree acciones específicas o patrones de movimientos en la mente mientras estas acciones se están llevando a cabo; 4) indirectas, las cuales son objetos externos o ideas a manera de metáforas que son proporcionadas por el maestro. A pesar de que se han realizado estudios sobre las formas de imaginaria que utilizan los profesores (Siedentop et al. 1992; Overby, 1990), son escasas las investigaciones que analicen las formas o tipos de imaginaria que emplean los bailarines durante su entrenamiento o en la práctica.

Hanrahan (1990) afirma que la imaginaria mental es indispensable en la danza ya que es más fácil recordar una imagen que una serie de instrucciones verbales.

Vealey (1986 citado en Vaccaro, 1997) propuso una teoría psiconeuromuscular; él afirma que eventos imaginados producen la inervación en los músculos como ocurre con la

ejecución real del movimiento, por lo tanto, sugiere que a través de la imaginería se pueden fortalecer estas redes neuronales, logrando que los movimientos sean más familiares y probablemente más automáticos. Según Vealey (1986, citado en Vaccaro, 1997) es una clave que conecta mente y cuerpo y permite experimentar internamente sin la presencia del estímulo externo. La imaginería, ya sea utilizada para comunicar las bases de la técnica o para describir cualitativamente un ejercicio, asegura que el aprendizaje motor suceda aun cuando exista poco movimiento.

La imaginería además ha sido utilizada como un método no-invasivo para mejorar la postura y se utiliza en el tratamiento de dolor en la columna vertebral o la espalda baja. Al tipo de imaginería que se utiliza en este método Lulu Sweigard (1974 citado en Vaccaro, 1997) le nombró imaginería ideokinética y es un método que mejora el alineamiento y el balance de las estructuras esqueléticas a través de técnicas de visualización, esta técnica requiere que el sujeto cree imágenes sensoriales y provocadas por movimiento, para desarrollar la conciencia del cuerpo dentro del sistema subcortical con la intención de facilitar cambios en la postura sin que sea necesaria una intervención quirúrgica o manipulativa.

Overby (1990) realizó un estudio en el que comparó las habilidades en imaginería mental de bailarinas expertas con bailarinas novatas. Exploró cuatro tipos de imaginería: imagen corporal, imaginería de movimiento, imaginería cognoscitiva e imaginería espacial. La imagen corporal se refiere al concepto de cuerpo y a la percepción del mismo (Fetters, 1970 citado por Overby, 1990). Overby (1990) evaluó este tipo de imagen mediante la *Scale for the Appraisal of Movement Satisfaction (SAMS)*, que proporciona un puntaje

sobre la imagen del individuo como entidad móvil. La imaginaria de movimiento incluye componentes visuales y cinestésicos: el componente visual es definido como una representación no verbal de movimientos externos generada activamente por los individuos y el cinestésico se refiere a una representación mnémica de los propios movimientos (Paivio, 1971, citado por Overby, 1990). Este tipo de imaginaria fue explorada por medio del *Movement Imagery Questionnaire* (MIQ). La imaginaria cognoscitiva es una representación mnémica no verbal de objetos y eventos concretos (Paivio, 1970 citado en Overby, 1990) y se evaluó con *el Individual Differences Questionnaire* (IDQ). La imaginaria espacial incluye la percepción y retención de formas visuales y la manipulación mental de éstas, en este estudio se utilizó el *Stumpf Cube Perspective Test* (SCT) para medirla. Los resultados mostraron que las bailarinas profesionales difirieron significativamente de las novatas en tres de las pruebas utilizadas: SAMS, IDQ y SCT. La única prueba en la que no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos fue la de imaginaria del movimiento: MIQ. Overby (1990) concluyó que las bailarinas expertas tienen una mejor imagen corporal en movimiento que las novatas; que su forma de pensamiento es igualmente verbal y visual, a diferencia de las novatas en las que predomina la visual; y finalmente, que las bailarinas profesionales tienen mayores habilidades visoespaciales que las novatas.

De acuerdo a los resultados de las investigaciones citadas, no hay una conclusión definitiva sobre qué tanto influye en las habilidades viso-espaciales, como la rotación mental, la instrucción en una actividad que requiere la manipulación física del espacio. Algunos autores reportan (Fleishman y Rich, 1963; Kolakowski y Malina, 1974; Overby, 1990) que las habilidades espaciales se relacionan con el desarrollo de las habilidades motoras gruesas; mientras que otros estudios (Graydon, 1980; Corsi y Gutiérrez, 1991)

concluyen que no existe relación entre éstas. En cuanto a las investigaciones con personas que han tenido entrenamiento en danza (Corsi y Gutiérrez, 1991 y Overby, 1990), los resultados no son concluyentes y no es posible compararlos entre sí debido a los distintos objetivos y métodos empleados.

La imaginería mental es una técnica ampliamente utilizada en el entrenamiento en danza, ya sea a partir de claves cinestésicas o visuales. También está presente en la práctica dancística como instrumento inmediato de representación del cuerpo en movimiento antes de que éste se efectúe (al recibir instrucciones de cómo una secuencia debe verse y llevarse a cabo y al copiar una serie de movimientos). El presente estudio tiene por objetivo conocer si la constante manipulación del cuerpo en el espacio, el uso de la orientación espacial y cinestésica, y el ejercicio de la imaginería mental en la danza, desarrollan la habilidad de manipular mentalmente en el espacio objetos externos. Es decir, si existe la transferencia de una habilidad con referencia interna a una con referencia externa como es la rotación mental. Como se ha mencionado, las investigaciones existentes sobre este tema (Corsi y Gutiérrez, 1990; Overby, 1991) no han permitido llegar a una conclusión definitiva. Ambas investigaciones utilizaron pruebas de lápiz y papel o de ejecución manual para medir habilidades espaciales, por lo que carecen de datos sobre los tiempos de reacción. En el presente estudio se utilizó una tarea de rotación mental computarizada que permite obtener datos sobre los tiempos de reacción.

MÉTODO

La tarea de rotación mental utilizada en la presente investigación y que se describe a continuación fue sometida a un estudio piloto previo. El objetivo de este estudio piloto fue determinar los parámetros físicos de los estímulos: forma, tamaño, color, intensidad y duración; así como, establecer el tiempo de presentación de cada estímulo y el intervalo entre estímulos. En él participaron cinco sujetos con las mismas características que en el estudio definitivo.

Hipótesis

★ Existen diferencias significativas, tanto en el número de respuestas correctas como en el tiempo de reacción, en una tarea de rotación mental entre mujeres con entrenamiento en danza y mujeres sin este entrenamiento.

★ El número de respuestas incorrectas y el tiempo de reacción es mayor conforme aumenta la complejidad de los estímulos (3,4,5 cubos) y los grados de rotación de las figuras (90°, 180° y 270°).

Variables

a) *Variables dependientes*

★ Tiempo de reacción. Tiempo entre el inicio de la presentación del estímulo que el sujeto deberá rotar mentalmente y el momento en que el sujeto presiona el botón para indicar que ha terminado de rotarlo mentalmente.

★ Respuestas correctas. Respuestas en las que el sujeto detecta correctamente si el segundo estímulo corresponde o no a la apariencia que debe tener el estímulo de acuerdo a la rotación y dirección indicada en el ensayo.

b) Variables independientes

- ★ Mujeres con entrenamiento en ballet y danza contemporánea por más de diez años y mujeres sin entrenamiento en ballet, danza contemporánea o algún deporte.
- ★ Grados de rotación: grados en los que se rotarán las figuras: 90°, 180° o 270° .
- ★ Dirección de la rotación: la dirección en que se rotarán las figuras: derecha, izquierda, arriba o abajo, en un plano tridimensional.
- ★ Complejidad: número de cubos que posee cada figura: 3,4 y 5.

c) Variables control

- ★ Edad: mujeres entre 21 y 26 años.
- ★ Años de estudio: rango de 12 a 16 años de estudio.
- ★ Area de estudio: Ciencias Sociales, Artes y Humanidades
- ★ Fase del ciclo menstrual en la que se encontraban las sujetos al participar en el experimento: fase lútea, definida entre el día 16° y 22° del ciclo menstrual a partir del primer día de la última menstruación.

Sujetos

En la investigación participaron en el grupo experimental 20 bailarinas con un mínimo de 10 años de instrucción dancística en ballet y danza contemporánea correspondientes a un nivel de instrucción avanzado y profesional y en el grupo control, 20 mujeres que no

tenían entrenamiento en danza o en algún deporte. Las mujeres que integraron el grupo control fueron pareadas con el grupo experimental en edad, años de estudio, área de estudio, nivel socioeconómico y experiencia en computadoras. El rango de edad para los sujetos fue de 21 a 26 años y la edad promedio de los sujetos del grupo experimental fue de 23.65 años (DS=1.9), mientras que la del grupo control fue de 23.7 años (DS=1.8). El promedio de años de estudio fue de 13.6 años (DS=1.7) para el grupo experimental y de 13.75 (DS=1.8) para el grupo control. La frecuencia de uso de la computadora en horas por semana para el grupo experimental fue de 4.2 hrs. (DS=3.94) y para el grupo control fue de 4.35 hrs.(DS=5.15). En ambos grupos las mujeres fueron diestras con visión normal o corregida a lo normal.

Para la selección de los sujetos del grupo experimental se acudió a diferentes escuelas de danza profesional y compañías. Se estableció contacto con las alumnas solicitándoles su participación en un estudio sobre habilidades visoespaciales. A las que decidieron participar, se les pidió que contestaran un cuestionario sobre datos generales (ver anexo 1). Sólo se seleccionaron aquellas bailarinas con un mínimo de 10 años de entrenamiento. Una vez conformado el grupo experimental, se analizó esta muestra a fin de realizar la selección de los sujetos del grupo control, quienes cubrieron las mismas características que el grupo experimental excepto en el entrenamiento en danza o práctica de algún deporte. La selección se realizó mediante la aplicación de un cuestionario sobre datos generales a mujeres voluntarias (ver anexo 2). Posteriormente, se invitó a participar a aquellas que cubrieran las características necesarias.

Estímulos

Se seleccionaron como estímulos figuras tridimensionales compuestas por cubos con los tres tipos de formas que se presentan en la Figura 1. Estas figuras se presentaron con una inclinación de 35° a fin de conservar la perspectiva tridimensional del estímulo. Cada figura se presentó en siete posibles posiciones que corresponden a la rotación de la figura en 0° , 90° , 180° y 270° en un plano tridimensional tanto horizontal como vertical. En la figura 2 se muestra un ejemplo de estas siete posibilidades. Los estímulos tenían un ángulo visual vertical y horizontal entre 1.20° y 1.80° , dependiendo del número de cubos visibles en el estímulo, que pueden ser dos o tres. Las figuras eran blancas con contornos gris obscuro sobre un fondo negro. Para indicar los grados y la dirección en la que el sujeto tenía que rotar las figuras se utilizaron tres flechas que de acuerdo a su tamaño indicaban los grados de rotación en que el sujeto debía rotar mentalmente la figura. Mientras que la dirección de la flecha (arriba, abajo, derecha e izquierda) indicaba la dirección de la rotación mental.

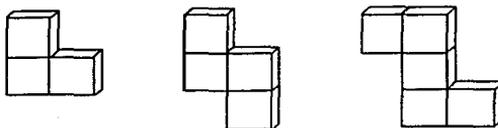


FIGURA 1. Figuras que se utilizaron en la tarea de rotación mental

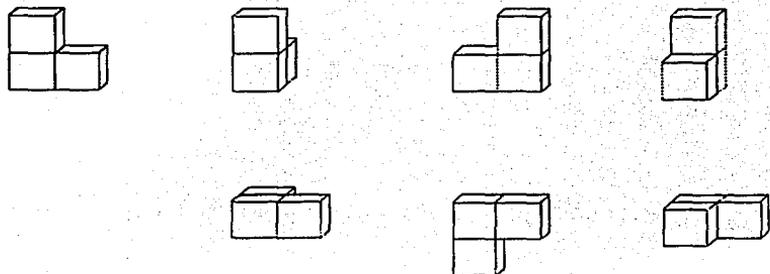


FIGURA 2. Las siete posibles posiciones en las que se pueden presentar los estímulos y que corresponden a la rotación de la figura en 0°, 90°, 180° y 270° en los planos tridimensionales horizontal y vertical.



Figura 3. Los tres tipos de flechas que indicaban los grados de rotación y la dirección de rotación a las que había que rotar las figuras. La flecha pequeña corresponde a 90°, la flecha mediana corresponde a 180° y la flecha grande corresponde a 270°. En este caso, las flechas indican además, que la rotación debe realizarse hacia la derecha.

Aparatos

Los estímulos se desplegaron en el monitor de una computadora de 17' PC compatible. La presentación de los estímulos, así como la adquisición de los datos, estuvo controlado por el software *Micro Experimental Laboratory v.2* (MEL) de *Psychological Software Tools*. Las respuestas de los sujetos se obtuvieron a través de una caja de respuestas de esta misma compañía, la cual consta de cinco botones dispuestos horizontalmente, para esta investigación sólo se utilizaron los dos primeros.

Procedimiento

El experimento se llevó a cabo en una cámara sonoamortiguada y con iluminación tenue. Los sujetos se sentaron en una silla frente al monitor de la computadora a una distancia de 100 cm. y colocaron sus dedos índice y medio sobre los botones de la caja de respuestas que estaba situada en el brazo derecho del asiento, a una distancia y altura cercana a la mano. Al inicio de la sesión se presentaban las instrucciones de la tarea a los sujetos, a través de la computadora. Después de que el sujeto terminaba de leer las instrucciones, el experimentador confirmaba que no tuviera dudas sobre lo que tenía que hacer.

La tarea consistió en 360 ensayos divididos en tres bloques de 120 ensayos cada uno. Entre los bloques se le permitió al sujeto descansar si lo deseaba. Existieron 10 ensayos por cada una de las variables utilizadas en el diseño experimental (3 figuras, 3 grados y 4 direcciones), los cuales estaban mezclados al azar. Cada ensayo comenzó con la aparición de la flecha al centro de la pantalla, la cual indicaba la dirección y los grados en los que el

sujeto tenía que rotar la figura que aparecía 500 mseg. más tarde. Esta primera figura se presentaba en cualquiera de las siete posibles posiciones (ver Figura 2) y permanecía por 300 mseg. La tarea del sujeto consistió en rotar mentalmente esta primera figura según los grados y la dirección indicados por la flecha y en presionar el botón no. 1 en el momento en que terminara de rotar la figura. Quinientos milisegundos después de que el sujeto presionaba el botón aparecía una segunda figura. Ésta era igual a la primera figura y en el 50% de los ensayos se encontraba en la posición esperada de acuerdo a las indicaciones dadas por la flecha y en el resto de los ensayos no. El sujeto tenía que apretar el botón no. 1 si este segundo estímulo coincidía con la imagen mental que el sujeto había creado después de haber rotado la figura según las indicaciones de la flecha, y el botón no. 2 si no coincidía. Dos segundos después de la segunda respuesta, aparecía nuevamente la flecha y comenzaba el siguiente ensayo. No existía un tiempo límite para proporcionar ninguna de las dos respuestas.

Cuando los sujetos terminaron la tarea de rotación mental se les aplicó un cuestionario para determinar el tipo de estrategias que utilizaron para realizar las rotaciones (ver anexo 3).

Análisis de Datos

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas para determinar si existían diferencias entre el grupo control y el experimental en las variables: tiempo de reacción y número de respuestas correctas en función de las figuras (3, 4 y 5 cubos), grados de rotación

(90°, 180°, 270°) y dirección (derecha, izquierda, arriba, abajo). Se utilizó el factor de corrección ϵ de Greenhouse-Geisser para medidas repetidas. En los casos en que se empleó esta corrección se reportan los valores de F y P corregidos. Para probar las diferencias estadísticamente significativas del ANOVA de medidas repetidas, se aplicó la prueba *post hoc* de honestidad de diferencias significativas Tuckey (*Post hoc Comparisons - Tuckey Honest Significant Difference Test*). Se consideraron significativos los valores con un nivel de probabilidad de $<.05$.

RESULTADOS

En la presente sección, primeramente se muestran las medias y las desviaciones estándar del grupo control y del grupo experimental en la ejecución y el tiempo de reacción para los factores analizados en la tarea de rotación mental; posteriormente se describen los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) aplicado a los datos que se obtuvieron en la tarea de rotación mental.

En la Tabla 1 se muestran las medias y las desviaciones estándar de las respuestas correctas del grupo experimental y del grupo control en función de los factores: figura (tres, cuatro y cinco cubos), grados de rotación (90°, 180° y 270°) y dirección de rotación (derecha, izquierda, arriba, abajo). En los datos se observó que la media del número de respuestas correctas fue mayor en el grupo experimental que en el grupo control en todos los factores (figura, grados de rotación y dirección de rotación). La Tabla 2 muestra el tiempo de reacción de ambos grupos en función de los tres factores considerados en la tarea de rotación mental (figura, grados de rotación y dirección de rotación). El grupo experimental muestra tiempos de reacción menores en todos los casos.

Tabla 1. Medias y desviaciones estándar, entre paréntesis, de la ejecución del grupo experimental y del grupo control en función de los factores: figura, grados de rotación y dirección de rotación

		Figura			Grados			Dirección			
		Tres cubos	Cuatro cubos	Cinco cubos	90°	180°	270°	Derecha	Izquierda	Arriba	Abajo
Grupo Experimental	<i>M</i>	96.90	94.70	96.35	100.80	97.95	89.20	73.90	73.00	69.05	72.70
	<i>DS</i>	(12.93)	(13.00)	(13.46)	(12.92)	(11.65)	(12.48)	(9.12)	(8.46)	(9.71)	(10.48)
Grupo Control	<i>M</i>	89.80	83.10	87.20	94.85	86.95	78.30	67.15	64.95	63.10	64.90
	<i>DS</i>	(15.73)	(12.69)	(17.47)	(13.85)	(17.21)	(13.69)	(11.11)	(11.91)	(10.15)	(10.74)

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar, entre paréntesis, del tiempo de reacción en milisegundos del grupo experimental y del grupo control en función de los factores: figura, grados de rotación y dirección de rotación.

		Figura			Grados			Dirección			
		Tres cubos	Cuatro cubos	Cinco cubos	90°	180°	270°	Derecha	Izquierda	Arriba	Abajo
Grupo Experimental	M	3385.84	3485.50	3621.70	2102.93	3863.96	4677.20	3378.55	3289.16	3710.30	3601.80
	DS	(1047.90)	(1018.80)	(1089.90)	(742.90)	(1119.3)	(1457.64)	(873.40)	(920.53)	(1182.73)	(1203.20)
Grupo Control	M	3427.56	3819.30	3820.90	2178.93	3969.40	5199.15	3710.64	3461.62	3926.95	3653.91
	DS	(1352.32)	(1574.42)	(1615.53)	(840.03)	(1730.71)	(2357.60)	(1472.84)	(1345.41)	(1642.70)	(1598.13)

A continuación se describen los resultados significativos del ANOVA y las pruebas *post hoc* que se aplicaron a los datos obtenidos en la tarea de rotación mental. Se describen cada uno de los factores considerados en esta investigación que fueron significativos: grupo, figura, grados de rotación y dirección de rotación; así como, las interacciones significativas entre estos factores: figura y grados de rotación; figura y dirección de rotación; grados de rotación y dirección de rotación; figura, grados de rotación y dirección de rotación.

El ANOVA para medidas repetidas realizado para el factor grupo mostró que existieron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental en la ejecución de la tarea de rotación mental ($F_{1,38} = 5.11$ $P = 0.03$). El número de respuestas correctas fue mayor en el grupo experimental ($\bar{x} = 7.99$; $EE = 0.24$) que en el grupo control ($\bar{x} = 7.22$; $EE = 0.24$). No existieron diferencias significativas entre los grupos en el tiempo de reacción, ni en las interacciones con los factores considerados en la tarea (figura, grados de rotación y dirección de rotación). Debido a que el factor grupo no interactuó significativamente con los factores considerados en la tarea, no se hará nuevamente referencia al mismo en la sección de resultados.

Se obtuvieron diferencias significativas en la ejecución de los sujetos en la variable figura ($F_{2,76} = 6.63$; $P = 0.002$). El análisis *post hoc* mostró que los sujetos tuvieron un número significativamente mayor de respuestas correctas al rotar la figura de tres cubos ($\bar{x} = 7.78$; $EE = 0.19$) que la de cuatro cubos ($\bar{x} = 7.41$; $EE = 0.17$). Este análisis también reveló diferencias significativas para este factor en los tiempos de reacción ($F_{2,76} = 7.74$; $P = 0.0009$). Para rotar la figura de tres cubos, el tiempo de reacción requerido fue significativamente menor ($\bar{x} = 3513.36$; $EE = 205.11$) que para la figura de cuatro cubos ($\bar{x} = 3720.63$; $EE = 218.56$) y que para la de cinco cubos ($\bar{x} = 3808.52$; $EE = 225.30$); no se observaron diferencias significativas en los tiempos de reacción entre la figura de cuatro y la de cinco cubos.

El ANOVA para medidas repetidas reveló diferencias significativas en la ejecución de los sujetos en el factor grados de rotación ($F_{2,76} = 54.80$; $P < 0.00001$). El análisis *post hoc* mostró que los sujetos tuvieron una mejor ejecución al rotar las figuras 90° ($\bar{x} = 8.15$; $EE = 0.18$) en comparación con 180° ($\bar{x} = 7.70$; $EE = 0.20$) y 270° ($\bar{x} = 6.98$; $EE = 0.18$); así mismo, existió una diferencia significativa entre 180° ($\bar{x} = 7.70$; $EE = 0.20$) y 270° ($\bar{x} = 6.98$; $EE = 0.18$). Se observó que la ejecución disminuyó en función a los grados de rotación.

También se observaron diferencias significativas entre los grados de rotación en el tiempo de reacción ($F_{2,76} = 117.78$ $P < .00001$). Rotar 90° tomó menos tiempo ($\bar{x} = 2144.84$; $EE = 127.02$) que rotar 180° ($\bar{x} = 3919.52$; $EE = 229.71$) y 270° ($\bar{x} = 4978.15$; $EE = 317.13$); igualmente, los sujetos requirieron un tiempo de reacción significativamente menor al rotar 180° ($\bar{x} = 3919.52$; $EE = 229.71$) que al rotar 270° ($\bar{x} = 4978.15$; $EE = 317.13$).

Existieron diferencias significativas en la ejecución de los sujetos en la variable dirección de la

rotación ($F_{3,11} = 8.65$; $P < 0.00001$). El análisis *post hoc* mostró que los sujetos tuvieron un número de respuestas correctas significativamente menor cuando rotaron la figura hacia arriba ($\bar{x} = 7.34$; $EE = 0.17$) que cuando lo hicieron hacia abajo ($\bar{x} = 7.64$; $EE = 0.19$), hacia la derecha ($\bar{x} = 7.80$; $EE = 0.18$) y hacia la izquierda ($\bar{x} = 7.66$; $EE = 0.18$), sin que la ejecución entre estas tres últimas direcciones difiriera significativamente entre sí.

En el tiempo de reacción también existieron diferencias significativas en la variable dirección de rotación ($F_{3,114} = 13.88$; $P < 0.00001$); el análisis *post hoc* permitió observar que hubo un tiempo de reacción significativamente mayor al rotar una figura hacia arriba ($\bar{x} = 3910.89$; $EE = 237.05$) que al rotarla hacia la derecha ($\bar{x} = 3622.10$; $EE = 197.10$) y hacia la izquierda ($\bar{x} = 3452.16$; $EE = 188.32$), esta última dirección obtuvo a su vez un tiempo de reacción significativamente menor al de la dirección "abajo" ($\bar{x} = 3738.23$; $EE = 239.00$).

El ANOVA para medidas repetidas permitió observar diferencias significativas en la ejecución ($F_{4,152} = 3.91$; $\epsilon = 0.91$ $P = 0.006$) y en el tiempo de reacción ($F_{4,152} = 6.85$; $\epsilon = 0.76$ $P = 0.0003$) en la interacción de los factores figura y grados de rotación. El análisis *post hoc* reveló que el número de respuestas correctas fue significativamente mayor al rotar la figura de tres cubos 90° ($\bar{x} = 8.54$; $EE = 0.20$) con respecto a 180° ($\bar{x} = 7.69$; $EE = 0.20$) y a 270° ($\bar{x} = 7.11$; $EE = 0.22$). A su vez, hubo una diferencia significativa al rotar esta figura 180° en comparación con 270° . En las figuras de cuatro y cinco cubos se encontraron diferencias significativas entre 90° ($\bar{x} = 7.76$ $EE = 0.20$; $\bar{x} = 8.16$ $EE = 0.19$, respectivamente) y 270° ($\bar{x} = 6.77$ $EE = 0.16$; $\bar{x} = 7.06$ $EE = 0.22$, respectivamente); y entre los grados de rotación: 180° ($\bar{x} = 7.69$ $EE = 0.21$; $\bar{x} = 7.72$ $EE = 0.22$, respectivamente) y 270° ($\bar{x} = 6.77$ $EE = 0.21$; $\bar{x} = 7.06$ $EE = 0.22$, respectivamente). De igual forma, el análisis *post hoc* mostró una relación entre los

grados de rotación y el tiempo de reacción en las tres figuras. Específicamente, el tiempo de reacción aumentó conforme incrementaron los grados de rotación para cada figura (ver Figura 3). Las medias y los errores estándar de los tiempos de reacción para las figuras de tres, cuatro y cinco cubos se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Medias y errores estándar de los tiempos de reacción para las figuras de tres, cuatro y cinco cubos al rotarlas 90°, 180° y 270°.

		90°	180°	270°
Tres cubos	M	1915.0	3818.0	4807.1
	EE	129.2	219.0	307.5
Cuatro cubos	M	2324.8	3707.1	5130.1
	EE	142.2	222.2	347.8
Cinco cubos	M	2194.7	4233.5	4997.3
	EE	127.6	270.1	331.8

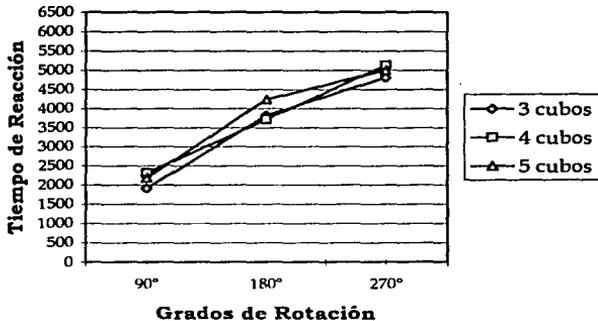


Figura 4. Incremento del tiempo de reacción en relación con los grados de rotación para las tres figuras consideradas en la tarea de rotación mental.

El ANOVA para medidas repetidas mostró diferencias significativas en la interacción de los factores figura y dirección de rotación tanto en ejecución ($F_{6,23} = 8.33$; $\epsilon = 0.91$ $P < 0.00001$) como en el tiempo de reacción ($F_{6,23} = 7.77$; $\epsilon = 0.75$ $P < 0.00001$). En el análisis *post hoc* se observó que los sujetos obtuvieron un mayor número de respuestas correctas en la figura de cuatro cubos cuando ésta se rotó hacia la derecha ($\bar{x} = 7.73$ $EE = 0.20$) y hacia abajo ($\bar{x} = 7.72$ $EE = 0.20$) que hacia la izquierda ($\bar{x} = 7.04$ $EE = 0.17$) y hacia arriba ($\bar{x} = 7.15$ $EE = 0.20$); sin que existieran diferencias significativas entre las direcciones derecha y abajo, ni entre izquierda y arriba. A su vez, en la figura de cinco cubos se obtuvo una mejor ejecución al rotarla hacia la izquierda ($\bar{x} = 8.09$ $EE = 0.19$) que al hacerlo hacia arriba ($\bar{x} = 7.18$ $EE = 0.20$) y hacia abajo ($\bar{x} = 7.53$ $EE = 0.22$); así mismo, al rotar esta figura hacia la derecha ($\bar{x} = 7.78$ $EE = 0.19$) se obtuvo una mejor ejecución que al rotarla hacia abajo ($\bar{x} = 7.18$ $EE = 0.20$). No hubo diferencias significativas en la ejecución entre las direcciones de rotación derecha e izquierda ni entre arriba y abajo. También se observaron diferencias significativas en la variable tiempo de reacción. En la figura de cinco cubos el tiempo de reacción disminuyó cuando la rotación se realizó hacia la izquierda ($\bar{x} = 3309.73$ $EE = 200.37$) en comparación con rotar hacia la derecha ($\bar{x} = 3656.8$ $EE = 197.14$), hacia arriba ($\bar{x} = 4233.03$ $EE = 272.56$) y hacia abajo ($\bar{x} = 4034.5$ $EE = 258.90$); sin embargo, el tiempo de reacción no difirió significativamente entre las direcciones arriba y abajo.

El ANOVA para medidas repetidas reveló diferencias significativas en la interacción entre los factores grados de rotación y dirección de rotación únicamente en el tiempo de reacción ($F_{6,228} = 7.63$; $\epsilon = 9.91$ $P < .000$). En la prueba *post hoc* también se observó que en cada una de las direcciones el tiempo de reacción aumentó conforme se incrementaron los grados de rotación. Los valores de las medias y los errores estándar de los grados de rotación en cualquiera de las direcciones se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Medias y errores estándar, entre paréntesis, del tiempo de reacción en la interacción de los factores grados de rotación y dirección de rotación

	90°		180°		270°	
	\bar{x}	EE	\bar{x}	EE	\bar{x}	EE
<i>Derecha</i>	2426.00	(156.50)	3689.10	(207.70)	4751.20	(271.20)
<i>Izquierda</i>	1965.10	(117.50)	3677.30	(220.70)	4714.10	(281.90)
<i>Arriba</i>	2214.81	(137.50)	4260.60	(264.10)	5257.10	(359.80)
<i>Abajo</i>	1973.50	(129.30)	4051.00	(259.60)	5290.20	(391.50)

El ANOVA para medidas repetidas mostró que en la interacción de los factores figura, grados de rotación y dirección de rotación existieron diferencias significativas en la ejecución ($F_{12,46} = 4.23$ $\epsilon = 0.80$ $P < 0.0001$) (ver Figura 5) y en el tiempo de reacción ($F_{12,46} = 5.95$; $\epsilon = 0.54$ $P < 0.0003$) de los sujetos (ver Figura 6). La prueba *post hoc* reveló que al rotar la figura de tres cubos hacia la derecha se obtuvo un número de respuestas correctas significativamente mayor a los 90° ($\bar{x} = 8.75$ $EE = 0.21$) y 180° ($\bar{x} = 8.03$ $EE = 0.26$) con respecto a los 270° ($\bar{x} = 6.9$ $EE = 0.26$), entre 90° y 180° la ejecución no varió; mientras que solo existieron diferencias significativas entre 90° y 270° cuando las rotaciones de la

figura de tres cubos fueron hacia la izquierda ($\bar{x} = 8.55$ EE = 0.28; $\bar{x} = 7.32$ EE = 0.31, respectivamente), hacia arriba ($\bar{x} = 8.43$ EE = 0.26; $\bar{x} = 7.15$ EE = 0.3, respectivamente) y hacia abajo ($\bar{x} = 8.43$ EE = 0.24; $\bar{x} = 7.08$ EE = 0.33, respectivamente). También se observó que cuando se rotó la figura de cuatro cubos hacia la izquierda, la ejecución fue significativamente más baja a los 270° ($\bar{x} = 6.2$ EE = 0.2) que a los 90° ($\bar{x} = 7.17$ EE = 0.26) y 180° ($\bar{x} = 7.75$ EE = 0.27), sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre éstos últimos. Y al rotar la figura de cuatro cubos hacia arriba 90° ($\bar{x} = 8.10$ EE = 0.25) se obtuvo una mejor ejecución que al rotarla a los 180° ($\bar{x} = 7.10$ EE = 0.25) y 270° ($\bar{x} = 6.30$ EE = 0.23), los cuales no mostraron diferencias significativas entre sí. Así mismo, se obtuvo un número de respuestas correctas significativamente menor al rotar esta figura 270° hacia la derecha ($\bar{x} = 7.30$ EE = 0.29) con respecto a 90° ($\bar{x} = 8.1$ EE = 0.24) y 180° ($\bar{x} = 7.8$ EE = 0.25), que no difirieron significativamente entre sí. Cuando se rotó la figura de cinco cubos 90° hacia abajo ($\bar{x} = 8.35$ EE = 0.28) hubo una mejor ejecución que a 180° ($\bar{x} = 7.37$ EE = 0.26) y 270° ($\bar{x} = 6.9$ EE = 0.31), éstos últimos tampoco presentaron diferencias significativas entre ellos (ver Figura 5). Por otro lado, en el análisis post hoc también se encontró que cuando los sujetos rotaron la figura de tres cubos hacia la izquierda, hacia arriba y hacia abajo, el tiempo de reacción fue significativamente menor a los 90° ($\bar{x} = 1548.40$ EE = 103.10; $\bar{x} = 1944.10$ EE = 154.60 y $\bar{x} = 1851.20$ EE = 159.80, respectivamente) con respecto a 180° ($\bar{x} = 3735.40$ EE = 224.40; $\bar{x} = 4128.70$ EE = 270.60 y $\bar{x} = 3745.10$ EE = 273.70, respectivamente) y 270° ($\bar{x} = 4804.50$ EE = 310.30; $\bar{x} = 4880.30$ EE = 359.40 y $\bar{x} = 5193.10$ EE = 432.10, respectivamente), y a su vez, rotar 180° tomó un menor tiempo de reacción que 270°. En cambio, cuando la figura se rotó hacia la derecha 90° ($\bar{x} = 2316.40$ EE = 156.60) el tiempo de reacción fue significativamente menor

que a 180° ($\bar{x} = 3631.80$ EE = 220.50) y 270° ($\bar{x} = 4350.40$ EE = 249.20), sin embargo, no existieron diferencias significativas entre éstos últimos. De igual forma, la prueba post hoc determinó que al rotar la figura de cuatro cubos hacia la derecha se obtuvo un menor tiempo de reacción a los 90° ($\bar{x} = 2451.30$ EE = 195.60) en comparación con 180° ($\bar{x} = 3838.20$ EE = 264.50) y 270° ($\bar{x} = 5009.40$ EE = 326.90), entre estos dos últimos también existieron diferencias significativas, el tiempo de reacción aumentó al rotar 270°. Hacia la izquierda se observaron las mismas diferencias significativas que hacia la derecha cuando se rotaron 90° ($\bar{x} = 2527.10$ EE = 172.70), 180° ($\bar{x} = 3514.00$ EE = 221.00) y 270° ($\bar{x} = 5010.80$ EE = 333.40). Al rotar hacia arriba y hacia abajo también se observó que el tiempo de reacción aumentó significativamente conforme se incrementaron los grados de rotación de 90° ($\bar{x} = 2409.60$ EE = 170.90 y $\bar{x} = 1911.10$ EE = 120.30, respectivamente) a 180° ($\bar{x} = 3786.50$ EE = 241.50 y $\bar{x} = 3689.50$ EE = 239.30, respectivamente) y a 270° ($\bar{x} = 5349.50$ EE = 420.80 y $\bar{x} = 5150.50$ EE = 426.30, respectivamente). Cuando la figura de cinco cubos se rotó hacia la derecha y hacia la izquierda el tiempo de reacción fue significativamente menor a los 90° ($\bar{x} = 2510.20$ EE = 162.90 y $\bar{x} = 1819.80$ EE = 123.10, respectivamente) en comparación con los 180° ($\bar{x} = 3566.40$ EE = 198.90 y $\bar{x} = 3782.40$ EE = 269.20, respectivamente) y los 270° ($\bar{x} = 4893.80$ EE = 317.70 y $\bar{x} = 4326.90$ EE = 298.50, respectivamente); y entre éstos dos últimos también existieron diferencias significativas. En las direcciones arriba y abajo sólo existieron diferencias significativas cuando la figura de cinco cubos se rotó 90° ($\bar{x} = 2290.10$ EE = 145.70; $\bar{x} = 2158.20$ EE = 149.80, respectivamente) en comparación a la rotación de 180° ($\bar{x} = 4866.60$ EE = 356.50; $\bar{x} = 4718.50$ EE = 336.80, respectivamente) y a su vez, entre 90° ($\bar{x} = 2290.10$ EE = 145.70; \bar{x}

= 2158.20 EE = 149.80, respectivamente) y 270° (\bar{x} = 5541.70 EE = 410.80; \bar{x} = 5256.90 EE = 396.50, respectivamente) (ver Figura 6).

Estrategias

El análisis del cuestionario de estrategias(ver anexo 3) mostró que los sujetos utilizaron diversas estrategias para resolver la tarea. Los sujetos reportaron que cuando debían rotar la figura a 90° imaginaron que le daban un cuarto de vuelta a la figura (estrategia 1). Al rotar 180° los sujetos utilizaron dos estrategias: imaginar que daban dos cuartos de vuelta a la figura (estrategia 1) o imaginarse a la figura invertida (estrategia 2). Para rotar las figuras 270° los sujetos también reportaron utilizar dos estrategias, una de ellas fue imaginar que le daban tres cuartos de vuelta a la figura (estrategia 1), y la otra, rotar 90° en dirección opuesta a como indicaba la flecha al inicio de cada ensayo (estrategia 2).

Se realizó un análisis de chi cuadrada para observar si existían diferencias significativas en el uso de estrategias entre el grupo experimental y el grupo control. Los resultados revelaron que un número significativamente mayor de sujetos en el grupo experimental ($P = 0.045$) utilizaron la estrategia 2 al rotar 180° en comparación con el grupo control. Un 35% (siete sujetos) de la población del grupo experimental se basó en la estrategia 2 para rotar 180° mientras que en el grupo control sólo un 5% (un sujeto) la utilizó. También se observó que al rotar 270°, la estrategia 2 fue utilizada significativamente ($P = 0.045$) más veces por el grupo experimental (35%) que por el control (5%). Debido al número limitado de sujetos que emplearon la estrategia 2 en ambos grupos, no es posible realizar un ANOVA con el fin de determinar si el empleo de estrategias especiales de rotación mental influyó en la ejecución y velocidad con que los sujetos realizaron la tarea.

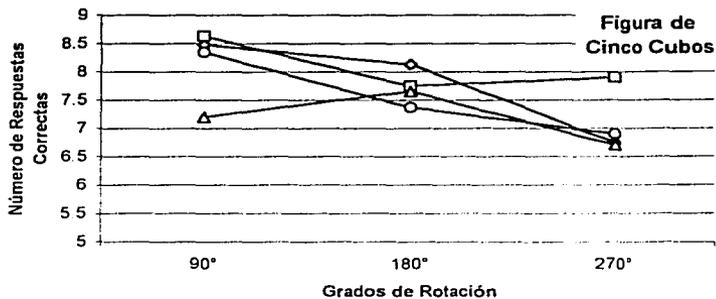
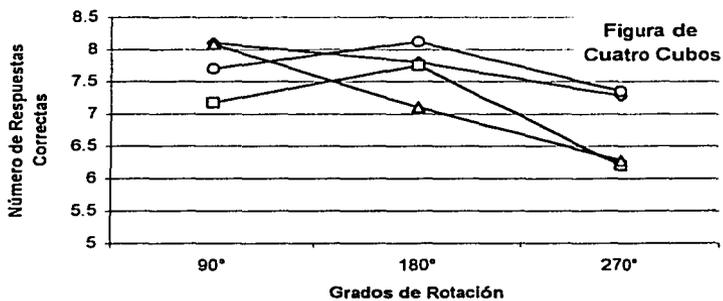
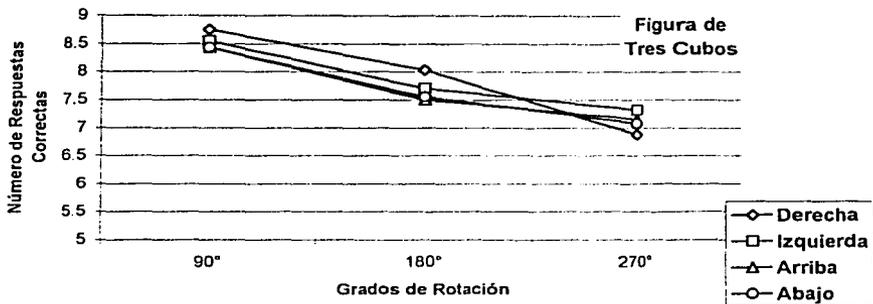


Figura 5. Número de respuestas correctas para cada una de las figuras en función de los grados de rotación y en cada una de las direcciones. En el texto se especificuen las interacciones que resultaron significativas.

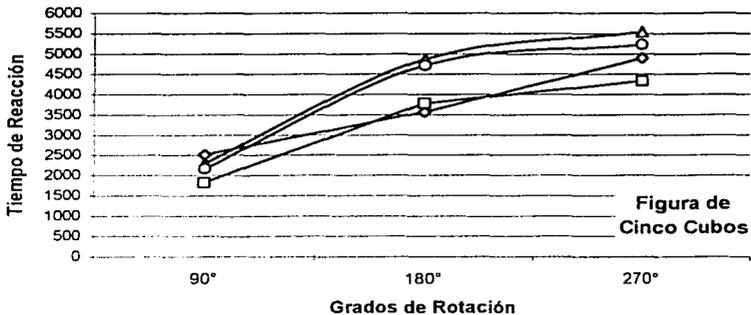
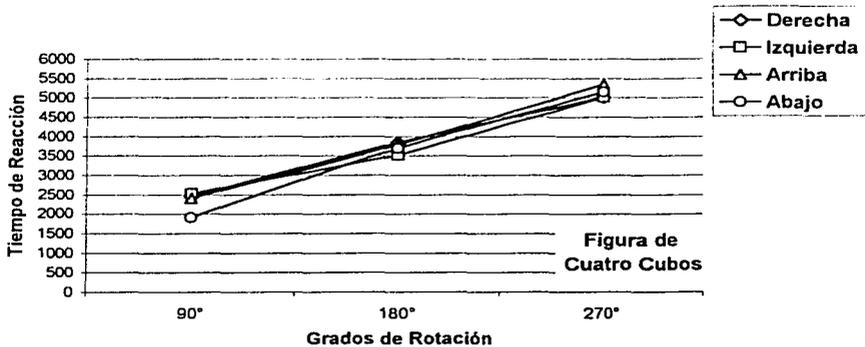
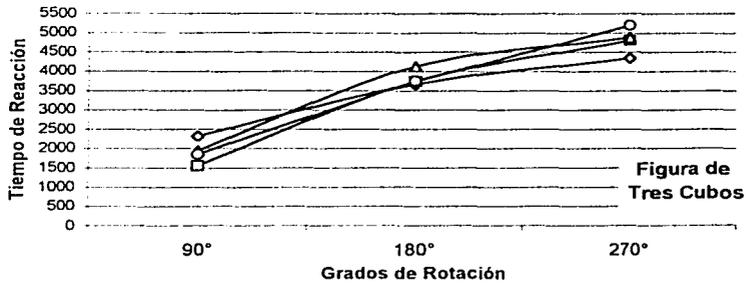


Figura 6. Tiempo de reacción para cada una de las figuras en función de los grados de rotación y en cada una de las direcciones. En el texto se especifican las interacciones que resultaron significativas

DISCUSIÓN

El interés primordial de la presente investigación fue determinar si el entrenamiento en danza influye en la precisión y velocidad en que los sujetos realizan una tarea de rotación mental que implica la manipulación mental de un objeto en el espacio.

Diversas investigaciones han planteado que el entrenamiento en actividades en las que el cuerpo está en movimiento y donde se manipula mentalmente al mismo, se relaciona con el desarrollo de habilidades espaciales o de imaginaria mental (Kolakowski y Malina, 1974; Graydon, 1980; Docherty y Boyd, 1982; Corsi y Gutiérrez, 1991; Overby, 1990). Por una parte, algunas de estas investigaciones se han enfocado en deportes como el basquetbol (Kolakowski y Malina, 1974), el tenis o el squash (Graydon, 1980); y por otra, se han concentrado en el entrenamiento en danza (Corsi y Gutiérrez, 1991; Overby, 1990). En la mayoría de los deportes antes mencionados el individuo visualiza y manipula un objeto externo explícito, por ejemplo, la pelota; en cambio, en la danza no existe objeto externo que manipular o con el cual relacionarse, de allí que el cuerpo se convierte en un objeto externo, únicamente como producto de la imaginaria mental. Es decir, en el tenis, el basketball o el squash es necesaria además de la orientación cinestésica, la coordinación viso-motora para entrar en relación con el objeto externo. En cambio, en la danza además de la información cinestésica existe una visualización mental o imaginaria de la secuencia de movimientos corporales que se llevarán a cabo.

En la presente investigación se encontraron diferencias significativas en la ejecución de la tarea de rotación mental entre el grupo de bailarinas y el grupo control. El grupo conformado

por las bailarinas obtuvo un mayor número de respuestas correctas que el grupo control. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en el tiempo de reacción, lo que indica que ambos grupos tardaron un tiempo similar en rotar mentalmente las figuras tridimensionales. Así mismo, las diferencias significativas entre los grupos observadas en la ejecución no interactuó con los factores tipo de figura, grados de rotación o dirección de la rotación; lo que indica que el entrenamiento en danza repercute en forma general en la precisión para rotar mentalmente una figura, independientemente del tipo de figura, los grados de rotación que ésta debe ser rotada o la dirección en que ésta es rotada. Del mismo modo, la variable tiempo de reacción tampoco interactuó con estos factores. Por lo tanto, las bailarinas realizan una tarea de rotación mental de manera más precisa que las personas sin entrenamiento en danza, aunque no con mayor velocidad.

Existen escasas investigaciones (Corsi y Gutiérrez, 1991; Overby, 1990) que han estudiado el efecto del entrenamiento en danza sobre las habilidades visoespaciales o sobre la imaginaria mental. Estos estudios han investigado estilos perceptuales, habilidades espaciales o imaginaria espacial pero ninguno de ellos aborda la rotación mental. Overby (1990) realizó un estudio en el que comparó habilidades de imaginaria mental entre bailarinas con un mínimo de cinco años en entrenamiento en danza y mujeres con menos de un año de entrenamiento en danza. Esta investigadora aplicó la "*Scale for the Appraisal of Movement Satisfaction*" (SAMS) (Nelson y Allen, 1970 citado en Overby, 1990) para evaluar la imagen corporal que una persona tiene de sí misma como entidad móvil; el "*Movement Imagery Questionnaire*" (MIQ) (Hall y Pongrac, 1983 citado en Overby, 1990) para medir diferencias individuales en el uso de imaginaria visual o cinestésica al realizar movimientos corporales; el "*Individual Differences Questionnaire*" (IDQ) (Paivio, 1971

citado en Overby, 1990) para evaluar si los sujetos utilizaban predominantemente formas de pensamiento verbal o visual; y el "*Stumpf Cube Perspective Test*" (SCT) para evaluar imaginación espacial. Es precisamente este último instrumento el que tiene similitud con la tarea de rotación mental utilizada en el presente estudio, ya que en este test se les pide a los sujetos realizar juicios sobre la diferencia entre dos arreglos de cubos. Este test si bien no explora rotación mental específicamente si evalúa habilidades visoespaciales en las que ésta está incluida. Los resultados de la investigación realizada por Overby (1990) mostraron diferencias significativas entre el grupo de bailarinas y el de mujeres con menos de un año de entrenamiento en danza únicamente en las pruebas SAMS, IDQ y SCT, con lo cual se concluyó que el entrenamiento en danza se relaciona con el desarrollo de la imagen corporal, con la habilidad para procesar información verbal y visual y con el desarrollo de habilidades visoespaciales. La mayor habilidad espacial observada en las bailarinas de Overby (1990) coincide con los hallazgos del presente estudio. De acuerdo con lo obtenido por Overby (1990), esta mayor habilidad espacial observada en las bailarinas parece presentarse con al menos cinco años de entrenamiento en danza, ya que las bailarinas que participaron en su estudio y a las que consideraba expertas, tan solo tenían un mínimo de cinco años de entrenamiento formal en ballet o danza contemporánea. Este es un periodo corto para poder considerar que estas bailarinas eran expertas, ya que aunque los años de entrenamiento varían de acuerdo a las diferentes técnicas en el ballet (Inglesa, Rusa, Cubana, etc.), para todas ellas, cinco años corresponden a un nivel de transición entre principiante e intermedio. El mínimo de años de entrenamiento que poseían las bailarinas de la presente investigación fue de 10, lo cual las sitúa en un nivel intermedio-avanzado, además de que la mayoría de ellas bailaban de manera profesional, por lo que su vida estaba dedicada a la danza.

Corsi y Gutiérrez (1991) analizaron los estilos perceptuales en cuatro grupos de mujeres con diferentes niveles de entrenamiento en danza y un grupo control a través de la prueba de Figuras Ocultas de Witkin (1971, citado en Corsi y Gutiérrez, 1991), la cual explora la habilidad de los sujetos para guiarse por señales visuales o cinestésicas al ubicarse o moverse en el espacio. Además, estas autoras midieron habilidades visoespaciales a través de la Escala de Diseño de Bloques del WISC Y WAIS las cuales evalúan la aptitud para percibir configuraciones espaciales y ubicar la posición de un objeto dentro de un espacio tridimensional. Los cuatro grupos de mujeres bailarinas correspondían a diferentes niveles de entrenamiento de acuerdo a la *Royal Academy of Dancing*: “pre-primary”, “quinto grado” “pre-elementary” y “advanced”. La edad promedio de los grupos variaba entre los 7.6 y 21.7 años. Realizaron una correlación de los cuatro grupos en las pruebas de estilos perceptuales, habilidades visoespaciales y orientación, no encontrando resultados significativos entre el desempeño en la tarea del diseño de bloques y la prueba de figuras ocultas en ninguno de los niveles de entrenamiento, ni en las pruebas de orientación; únicamente se obtuvo una correlación positiva entre niveles de entrenamiento y la ejecución en la escala del diseño de bloques, sin embargo esta diferencia fue atribuida a la edad. El único grupo de bailarinas que se comparó con un grupo control fue el de nivel “advanced”, y no se encontraron diferencias significativas entre éstos. Las investigadoras concluyeron que el entrenamiento en danza no favoreció la ejecución en las tareas de figuras ocultas y diseño de bloques. Consideraron que probablemente las habilidades espaciales medidas por estas pruebas no corresponden a las habilidades espaciales que se requieren para la práctica del ballet (Corsi y Gutiérrez, 1989). Estas autoras mencionan que las zonas cerebrales involucradas en la ejecución de los movimientos gruesos que se requieren para la ejecución del ballet, difieren de las zonas cerebrales que se requieren para

realizar los movimientos manuales o finos que se utilizan en la ejecución de tests visoespaciales. Estas investigadoras concluyeron que no hay transferencia de una habilidad espacial a otra, por lo que el entrenamiento en una de ellas en particular no facilita la adquisición, ni implica una buena ejecución en la otra.

Los resultados de la investigación de Corsi y Gutiérrez (1991) no concuerdan con los obtenidos en la presente investigación en que sí se observaron diferencias significativas entre el grupo de mujeres con entrenamiento en danza y el grupo sin este entrenamiento, a pesar de que los años de entrenamiento del grupo de bailarinas de Corsi y Gutiérrez (1991) (12.7) es equivalente al de las bailarinas en este estudio (12.0). Sin embargo, es posible que las diferencias entre ambos estudios sean debido a los diferentes controles experimentales empleados. En el presente estudio todas las sujetos se encontraban en la fase lútea de su ciclo menstrual (entre el 16° y 22° día después del primer día de su período menstrual), variable no controlada por Corsi y Gutiérrez (1991). Es probable que las variaciones en la ejecución de tareas visoespaciales que se presentan a lo largo del ciclo reproductivo de la mujer (Moody, 1997) mitigaran las diferencias entre el grupo control y experimental que participaron en el estudio de Corsi y Gutiérrez (1991). Así mismo, las tareas utilizadas por estas autoras no exploraron exclusivamente rotación mental sino otros rasgos de las habilidades visoespaciales en los que esta operación está implícita. Por ejemplo, en la prueba de diseño de bloques es necesario separar unidades de cubos, manipularlos y lograr un diseño total, acciones que implican la rotación de los cubos individualmente para copiar un modelo, sin embargo, éste no es el único proceso visoespacial que se requiere para resolver la prueba. En la tarea utilizada en la presente investigación se exploró principalmente la operación de rotación mental aunque también se requerían otras

habilidades, como memoria, las cuales no fueron evaluadas. El hecho de analizar la rotación mental de manera más aislada quizá influyó en que se encontraran diferencias entre el grupo de bailarinas y el grupo control, ya que probablemente la forma en que se evaluó la rotación mental, es decir, rotar imaginariamente un "objeto" en tercera dimensión bajo instrucciones específicas, es una modalidad más cercana a la manera en que esta habilidad es utilizada en la danza si consideramos que en ocasiones se requiere manipular mentalmente el cuerpo como un objeto externo; por ejemplo, cuando se le pide al bailarín imaginar una serie de movimientos en un espacio específico o cuando éste se tiene que ubicar en un espacio en el que existen otros bailarines. Esta manera de utilizar la imaginación se da principalmente en coreógrafos, el bailarín lo hace con menor frecuencia. Los bailarines utilizan la imaginación más comúnmente para representar su propio cuerpo, la manipulación mental del mismo va acompañada de información cinestésica. Por esta razón, la diferencia entre los grupos encontrada en la presente investigación sugiere que sí existe una transferencia de habilidades espaciales a diferencia de lo que propusieron Corsi y Gutiérrez (1989,1991). Es decir, en el presente estudio se observó que el uso de la imaginación con referencias visuales o cinestésicas internas se transfirió a una habilidad visoespacial en donde la representación mental que se manipula es un objeto externo.

La diferencia significativa entre los puntajes del grupo experimental y el grupo control es de .77. Esta diferencia, si bien es experimentalmente significativa podría repercutir sólo levemente en la vida práctica de las bailarinas. Esta diferencia podría verse incrementada si en el entrenamiento dancístico se incluyeran condiciones específicas en las que el bailarín imagine una secuencia de movimientos ubicándose en el espacio desde una perspectiva en la

que el cuerpo es manipulado mentalmente como un objeto externo, como lo hacen los coreógrafos.

Las pruebas utilizadas en investigaciones con bailarinas (Overby 1990; Corsi y Gutiérrez, 1991) toman en cuenta el tiempo en que los sujetos tardan en contestar, aunque no analizan el tiempo de reacción como variable. Por lo tanto, no es posible determinar si el entrenamiento en danza influyó también en la velocidad para realizar las tareas y no sólo en su ejecución. Por el contrario, en este estudio debido a que se utilizó una tarea computarizada, fue posible observar que los tiempos de reacción no fueron significativamente diferentes entre el grupo de bailarinas y el grupo control. Sin embargo, se requieren más investigaciones que permitan confirmar estos resultados.

Las investigaciones que se han realizado para conocer si las habilidades visoespaciales se incrementan con el entrenamiento en algún deporte se han centrado principalmente en el estudio de los estilos perceptuales, independencia y dependencia de campo. Estos estilos se refieren al grado en que los individuos se apoyan en el campo visual externo. Mientras Meek y Skubik (1971) y Bard (1971 citados en Loader, Edward y Heschen, 1982) observaron una mayor independencia de campo en sujetos entrenados en algún deporte; Loader *et al.* (1982) encontraron resultados opuestos. Del mismo modo, se ha propuesto que únicamente los atletas que realizan deportes individuales presentan una mayor independencia de campo; mientras que los atletas que trabajan en equipo tienen una mayor dependencia de campo (Pargman, 1974 y Kane, 1972 citados en McLeod, 1985). La relación entre habilidades visoespaciales y deporte también fue estudiada por Graydon (1980), quien comparó a un grupo de jugadoras de squash expertas con un grupo de novatas

por medio de la Prueba de Aptitudes Diferenciales de Relaciones Espaciales (DAT). Graydon (1980) no encontró diferencias entre ambos grupos. En general, la diversidad de los resultados obtenidos en estudios con deportistas no permiten afirmar que el entrenamiento físico repercute en mejores habilidades visoespaciales. Tanto en el caso del deporte como en la danza queda el campo abierto a mayor investigación que permita esclarecer la relación de la dependencia e independencia de campo con el entrenamiento individual o de equipo.

Sin embargo, la habilidad en imaginaria parece influir en las habilidades visoespaciales como la rotación mental. Weatherly, Bal y Stacks (1997) llevaron a cabo un estudio en el que investigaron la relación entre el grado en que las personas recurren a la imaginaria mental y la habilidad de ejecutar una tarea de rotación mental. Los investigadores propusieron que las personas que recurren más frecuentemente a la imaginaria responden con mayor precisión y rapidez a tareas de rotación mental que aquellas que lo hacen con menor frecuencia. Para evaluar la "recurrencia" en imaginaria visual, estos autores realizaron una adaptación del Cuestionario de Diferencias Individuales de Paivio y Harshman (1993 citado en Weatherly *et al.* 1997) denominado Cuestionario de Perfil de Pensamiento. La tarea de rotación mental consistió en presentar en la pantalla de una computadora dos figuras bidimensionales iguales, y los sujetos debían comparar las figuras y responder si éstas eran iguales o una era la imagen en espejo de la otra. Una de las figuras era rotada con respecto a la otra en sentido de las manecillas del reloj o en sentido inverso a 60°, 120° o 180°, o bien, era una imagen en espejo. Los resultados mostraron que los sujetos con hábitos de imaginaria obtuvieron una mejor ejecución en la tarea de rotación mental. Sin embargo, no se encontraron diferencias en el tiempo de reacción entre ambos

grupos. Asimismo, se encontró un efecto de práctica que sugiere que en su tarea de rotación mental ocurrió un aprendizaje. Los resultados de la presente investigación pueden ser comparados con los obtenidos por Weatherly *et al.* (1997) si se considera que las bailarinas en su entrenamiento y en la práctica dancística han desarrollado el hábito de imaginaria y podrían compararse con el grupo de alta imaginaria. En ambas investigaciones, los grupos con alta imaginaria se desempeñaron mejor en la tarea de rotación mental, aunque no con mayor velocidad. Sin embargo, para afirmar lo anterior es necesario realizar investigaciones en la que se compruebe si efectivamente las bailarinas por su entrenamiento desarrollan hábitos de imaginaria y qué aspectos de la misma.

Otra explicación alternativa a los resultados obtenidos en la presente investigación surgió a partir del análisis de las estrategias reportadas por los sujetos en los cuestionarios. El 35% de los sujetos del grupo experimental (7 sujetos) utilizaron estrategias no esperadas para facilitar sus respuestas, esto es, cuando tenían que rotar las figuras 180° las imaginaban invertidas; o bien, rotaban 90° en la dirección contraria a como indicaba la flecha cuando la rotación de la figura se tenía que hacer a 270° . En cambio, estas estrategias fueron utilizadas únicamente por el 5% del grupo control (1 sujeto). Esto hace suponer que las bailarinas desarrollan la capacidad para encontrar con mayor facilidad soluciones novedosas y prácticas a problemas espaciales. Quizá esto se deba a la familiaridad que éstas tienen con la información espacial y a su necesidad de utilizar ésta de manera inmediata en el ejercicio de su disciplina.

En el presente estudio también se plantearon otras preguntas de investigación relacionadas con la tarea de rotación mental. En una de las hipótesis se planteó que la complejidad de las figuras estaría determinada por el número de cubos que las conforman, sin embargo, esta

hipótesis no se confirmó. Los resultados mostraron que la ejecución de todos los sujetos (grupo experimental y control) fue significativamente mejor cuando rotaban la figura de tres cubos que la de cuatro, sin embargo, no difirió entre las figuras de tres y cinco cubos, ni entre las de cuatro y cinco cubos. Lo anterior indica que sólo las figuras de tres y cuatro cubos difieren en complejidad. Esta diferencia, no parece radicar en el número de cubos sino en el grado de simetría de la figura. La figura de tres cubos es la más asimétrica de las tres, mientras que las de cuatro y cinco cubos son igualmente simétricas, esto quizá propicia una ejecución similar con estas figuras. Así mismo, el tiempo de reacción fue menor cuando los sujetos rotaron la figura de tres cubos en comparación con las de cuatro y cinco, sin embargo, no existieron diferencias entre estas dos últimas figuras. Esto confirma la baja complejidad de la figura de tres cubos y la misma complejidad de las figuras de cuatro y cinco cubos. La complejidad de las figuras depende de otros factores, ya que se observó que con la figura de cuatro cubos los sujetos obtuvieron un menor número de respuestas correctas al rotarla a la izquierda a 90° y 270° en comparación con las figuras de tres y cinco cubos y un mayor tiempo de reacción al rotarla a la izquierda 90° . En cambio, los sujetos tardaron más en rotar 180° hacia arriba y hacia abajo la figura de cinco cubos en comparación con las figuras de tres y cuatro cubos. Lo anterior demuestra que la complejidad de las figuras no dependió del número de cubos que las constituían, sino de otros factores, como los grados de rotación o la dirección de la rotación. Existen diversas investigaciones que han propuesto factores que afectan la velocidad o precisión con que se realiza el proceso de rotación mental y que determinan que un estímulo sea más complejo (Shepard y Cooper, 1982; Folk y Luce, 1987 y Bauer y Jolicoeur, 1996). Algunas investigaciones de rotación mental (Bauer y Jolicoeur, 1996) proponen que la complejidad de los estímulos depende de la información que éstos posean y que debe ser utilizada por

los sujetos para realizar la rotación mental. La información que posee un estímulo puede corresponder al número de vértices de una figura o a su dimensión. En una investigación, Folk y Luce (1987), encontraron que conforme un polígono posee más vértices, la rotación mental se realiza con mayor lentitud. Estos autores también concluyeron que los sujetos tardan más en responder y lo hacen con menor precisión cuando existe una mayor similitud entre el estímulo muestra y el estímulo prueba en una tarea de rotación mental. Se ha encontrado que otro factor que contribuye a la complejidad de las tareas de rotación mental, es el método de presentación del estímulo. Algunos investigadores (Shepard y Cooper, 1982; Shepard y Metzler, 1988; Steiger y Yuille, 1983; citados en Bauer y Jolicoeur, 1996) afirman que cuando un estímulo prueba se compara con una representación mnémica, los resultados en la ejecución o en el tiempo de reacción son peores que cuando se compara el estímulo prueba con otro presentado en forma simultánea. Así mismo, se ha considerado que la dimensión del estímulo afecta la velocidad y la precisión con que se realiza una rotación mental (Shepard y Metzler, 1971; Shepard y Metzler, 1988; Cooper y Podgorny, 1976 citado en Bauer y Jolicoeur, 1996). En una investigación realizada por Bauer y Jolicoeur (1996) en la que se comparó el tiempo requerido para rotar figuras bidimensionales y tridimensionales, se observó que los sujetos tardaron más en rotar figuras tridimensionales que bidimensionales. Sin embargo, esto sucedió sólo cuando los autores controlaron el número de cubos y salientes de sus figuras.

En la presente investigación también se planteó como hipótesis que a mayor grado de rotación se obtendría un mayor tiempo de reacción y una menor ejecución. Ambas hipótesis se confirmaron. El incremento en el tiempo de reacción conforme aumentan los grados de rotación corresponde al patrón típico de rotación mental descrito por Shepard y Metzler

(1971), que consiste en una relación lineal directa entre el tiempo en que una persona rota mentalmente un objeto para ponerlo en congruencia con otro y el ángulo entre ambos objetos, de tal manera que la rotación mental es un proceso análogo al de la rotación real. Esto ha sido comprobado por diversas investigaciones (Peronnet y Farah, 1989; Voyer y Bryden, 1990; Bauer y Jolicoeur, 1996).

En este estudio se observó un incremento en los tiempos de reacción conforme aumentaron los grados de rotación. Esto sucedió en las tres figuras (tres, cuatro y cinco cubos) al rotarlas en cualquiera de las cuatro direcciones (derecha, izquierda, arriba y abajo). Sin embargo, también se observaron algunas excepciones. Por ejemplo, no se observaron diferencias entre 180° y 270° cuando los sujetos de ambos grupos rotaron la figura de tres cubos hacia la derecha o cuando rotaron la figura de cinco cubos hacia arriba y hacia abajo.

La ejecución de los sujetos en tareas de rotación mental ha sido escasamente abordada, ya que el interés principal se ha centrado en el análisis de los tiempos de reacción (Peronnet y Farah, 1989; Voyer y Bryden, 1990; Bauer y Jolicoeur, 1996). Algunos estudios (Tapley y Bryden, 1977; Bauer y Jolicoeur, 1996) han encontrado una relación inversamente proporcional entre la ejecución de los sujetos y los grados de rotación de un estímulo, es decir, los aciertos disminuyen conforme los grados de rotación aumentan. Tapley y Bryden (1977) propusieron que el proceso de rotación mental implica una degradación mnémica de la representación de la figura original; es decir, conforme aumenta el ángulo de rotación existe mayor dificultad para mantener la relación correcta entre las partes de la figura. En el presente estudio se observó una disminución significativa en el número de respuestas

correctas conforme aumentaron los grados de rotación, ya que se obtuvo un mayor número de respuestas correctas al rotar 90° las tres figuras que al rotarlas 270° .

CONCLUSIONES

El grupo de bailarinas obtuvo un menor número de errores en la tarea de rotación mental que el grupo de mujeres sin entrenamiento formal en danza o en algún otro deporte. Sin embargo, el tiempo para realizar el proceso de rotación mental no difirió significativamente entre ambos grupos. La diferente ejecución observada entre los grupos no interactuó con los factores tipo de figura, grados de rotación o dirección de la rotación; lo que indica que el entrenamiento en danza repercute en forma general en la precisión para rotar mentalmente una figura. El presente estudio tiene como ventaja con respecto a investigaciones anteriores, que se realizara un control del momento del ciclo menstrual en que se encontraban las sujetos al participar. Además, se empleó una tarea computarizada que permitió obtener información precisa sobre la velocidad en que se realiza una rotación mental. Sin embargo, una limitación del estudio consistió en no haber podido tener un mayor control sobre las estrategias para resolver la tarea de rotación mental que reportaron los sujetos. Otra limitación fue el hecho de que no participaran sujetos hombres en el estudio.

Los resultados de esta investigación permitieron observar que la complejidad para rotar una figura no depende del número de cubos que la conforman sino de otros factores como el grado de simetría: entre más simétrica es la figura más difícil resulta rotarla debido a que existen menos elementos distintivos. Además, los resultados corroboraron que el tiempo que se requiere para rotar una figura mentalmente, equivale al tiempo que se requiere para realizar esta acción visualmente. Este tiempo se incrementa con los grados de rotación y a medida que el ángulo de rotación aumenta, el número de errores también incrementa.

La presente investigación proporciona evidencia de que el entrenamiento en danza y el uso de la imaginación en esta disciplina desarrollan la habilidad de rotación mental. Existen pocas investigaciones que exploran la relación del entrenamiento formal en alguna disciplina deportiva o en danza con procesos perceptuales o cognoscitivos, la presente investigación permite confirmar que a partir del entrenamiento de la habilidad de manipular una representación mental visual o cinestésica interna es posible desarrollar la precisión para manipular mentalmente un objeto externo. Sin embargo, quedan muchas preguntas abiertas, será necesario realizar estudios que permitan determinar si el mejor desempeño de las bailarinas se debió al ejercicio físico en la danza, al uso de la imaginación en esta disciplina, o a ambas; asimismo será interesante investigar si los efectos de este tipo de entrenamiento difieren a lo largo del desarrollo. Otras preguntas por investigar son las que se refieren a los tipos de imaginación presentes en la danza: que tipo de claves son más efectivas para desarrollar determinadas habilidades y la forma en que podrían implementarse en el entrenamiento dancístico.

REFERENCIAS

- Ahsen, A. (1984) ISM: The Tiple Code Model for imagery and psychophysiology. *Journal of Mental Imagery*, 8: 15-42
- Annett, M. (1985) *Left, right, hand and brain: The right shift theory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ashton, G. C. y Borecki, I. B. (1987) Further evidence for a gene influencing spatial ability. *Behavior Genetics*, 17: 243-256.
- Bauer, B. y Jolicoeur, P. (1996) Stimulus dimensionality effects in mental rotation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(1): 82-94.
- Behrman, M., Winocur, G. y Moscovitch, M. (1992) Dissociation between mental imagery and object recognition in a brain-damaged patient. *Nature*, 359(6396): 636-637.
- Bem, S. L. (1985) Androgyny and gender schema theory: a conceptual and empirical integration. En T. B. Sonderegger (ed.), Nebraska symposium on motivation. Vol. 32. *Psychology and gender*. Lincoln, NE: University of Nebraska Press. pp. 179-226.
- Biederman, I. (1987) Recognition-by-components: A theory of human image understanding. *Psychological Review*, 94: 115-147.
- Birkett, P. (1980) Predicting spatial ability from hemispheric 'non-verbal' lateralization: sex, handedness and task differences implicate encoding strategy effects. *Acta Psychologica*, 46: 1-14.
- Bisiach, E. y Luzzatti, C. (1978) Unilateral neglect of representational space. *Cortex*, 14:129-133
- Breitling, C., Guenther, W. y Rondot, P. (1986) Motor responses measured by Brain Electrical Activity Mapping. *Behavioral Neuroscience*, 100 (1): 104-116.
- Brikman, L. (1975) El lenguaje del movimiento corporal. Buenos Aires: Editorial Paidós
- Burnett, S. A. y Lane, D. M. (1980) Effects of academic instruction on spatial visualization. *Intelligence*, 4(3): 233-242.
- Casey, M. B., Brabeck, M. M. y Ludlow, L. H. (1986) Familial handedness and its relation to spatial ability following strategy instructions. *Intelligence*, 10: 389-406.
- Casey, M. B. y Brabeck, M. M. (1989) Exceptions to the male advantage on a spatial task: family handedness and college major as factors identifying women who excel. *Neuropsychologia*, 27: 689-696.
- Casey, M. B. y Brabeck, M. M. (1990) Women who excel on a spatial task: Proposed genetic and environmental factors. *Brain and Cognition*, 112: 73-84
- Charlot, H., Tzourio, N., Zilbovicius, M., Mazoyer, M. y Denis, M. (1992) Different mental imagery abilities result in different regional cerebral blood flow activation patterns during cognitive tasks. *Neuropsychologia*, 30 (6): 565-680.

- Cooper, L. A. (1975) Mental transformations of random two-dimensional shapes. *Cognitive Psychology*, 7: 20-43.
- Corballis, M. C. (1983) *Human laterality*. San Diego, CA: Academic Press.
- Corballis, M. C., Macadie, L. y Beale, I. L. (1985) Mental rotation and visual laterality in normal and reading disabled children. *Cortex*, 21 (2): 225-236.
- Corballis, M. C. (1988) Recognition of distorted shapes. *Psychological review*, 93: 115-123.
- Corballis, M. C. y Sergent, J. (1988) Imagery in a commissurotomed patient. *Neuropsychologia*, 26: 13-26.
- Corballis, M. C. y Sergent, J. (1989) Hemispheric specialization for mental rotation. *Cortex*, 25: 15-25.
- Corballis, M. C. (1991) *The lopsided ape: Evolution of the generative mind*. New York: Oxford University Press.
- Corsi-Cabrera, M. y Gutiérrez, L. (1991) Spatial ability in classic dancers and their perceptual style. *Perceptual and Motor Skills*, 72: 399-402.
- Dan, A. J. (1979) The menstrual cycle and sex-related differences in cognitive variability. En M. A. Witting y A. C. Petersen (eds.). *Sex related differences in cognitive functioning*. New York: Academic Press, pp. 241-260.
- Decety, J. y Ingvar, D. H. (1990) Brain structures participating in mental stimulation of motor behavior: A neuropsychological interpretation. *Acta Psychologica*, 73: 13-34.
- Deutsch, G., Bourbon, W. T., Papanicolaou, A. C. y Eisenberg, H. M. (1988) Visuospatial tasks compared via activation of regional cerebral blood flow. *Neuropsychologia*, 26: 445-452.
- Docherty, D. y Boyd, D. G. (1982) Relationship of disembedding ability to performance in volleyball, tennis and badminton. *Perceptual and Motor Skills*, 54: 1219-1224.
- Ehrlichman, H. y Barrett, J. (1983) Right hemispheric specialization for mental imagery: A review of the evidence. *Brain and Cognition*, 2: 55-76.
- Farah, M. J. (1984) The neurological basis of mental imagery: A componential analysis. *Cognition*, 18: 245-272.
- Farah, M. J., Hammond, K. M., Levine, D. N. y Calvanio, R. (1988) Visual and spatial mental imagery: Dissociable systems of representation. *Cognitive Psychology*, 20: 439-462.
- Farah, M. J., Peronnet, F., Gonon, M. A. y Giard, M. H. (1988) Electrophysiological evidence for a shared representational medium for visual images and percepts. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117: 248-257.

- Farah, M. J., Steinhauer, S. R., Lewicki, M. S., Zubin, J. y Peronnet, F. (1988) Individual differences in vividness of mental imagery: An event-related potentials study. *Psychophysiology*, 25: 444-445.
- Farah, M. J. y Peronnet, F. (1989) Event-related potentials in the study of mental imagery. *Journal of Psychophysiology*, 3: 99-109.
- Farah, M. J., Weisberg, L. L., Monheit, M. y Peronnet, F. (1990) Brain activity underlying mental imagery: Event-related potentials during mental image generation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1: 302-316.
- Farah, M. J., Soso, M. J. y Dascheiff, R. M. (1992) Visual angle of the mind's eye before and after unilateral occipital lobectomy. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(1): 241-246.
- Farah, M. J. (1995) The neural bases of mental imagery. En M. S. Gazzaniga (ed.). *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge mass: The MIT Press. pp.963-965.
- Fischer, S. C. y Pellegrino, J. W. (1988) Hemisphere differences for components on mental rotation. *Brain and Cognition*, 7(1): 1-15.
- Fleishman, E. A. y Rich, S. (1963) Role of kinesthetic and spatial-visual abilities in perceptual motor learning. *Journal of Experimental Psychology*, 66: 6-11.
- Folk, M. D. y Luce, R. D. (1987) Effects of stimulus complexity on mental rotation rate polygons. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13(3): 395-404.
- Gallagher, S. A. (1989) Predictors of SAT mathematics scores of gifted male and gifted female adolescents. *Psychology of Women Quarterly*, 13: 191-204.
- Ginn, S. R. y Stiehl, S. (1999) Effects of sex, gender schema and gender-related activities on mental rotation. *Perceptual and Motor Skills*, 88(1): 342-350.
- Goldenberg, G., Podreka, I., Steiner, M. y Willmes, K. (1987) Patterns of regional cerebral blood flow related to memorizing of high and low imagery words - An emission computer tomography study. *Neuropsychologia*, 25: 473-485.
- Goldenberg, G. (1989) The ability of patients with brain damage to generate mental visual images. *Brain*, 112: 305-325.
- Goldenberg, G., Podreka, I., Steiner, M., Willmes, K., Suess, E. y Deecke, L. (1989a) Regional cerebral blood flow patterns in visual imagery. *Neuropsychologia*, 27: 641-664.
- Goldenberg, G., Podreka, I., Uhl, F., Steiner, M., Willmes, K y Deecke, L. (1989b) Cerebral correlates of imagining colors, faces and a map - SPECT of regional cerebral blood flow. *Neuropsychologia*, 27: 1315-1328.
- Goldenberg, G., Podreka, I., Steiner, M., Franzen, P. y Deecke, L. (1991) Contributions of occipital and temporal brain regions to visual and acoustic imagery - A SPECT study. *Neuropsychologia*, 29: 695-702.

- Goldenberg, G. M., Steiner, I., Podreka, L. y Deccke, S. (1992) Regional cerebral blood flow patterns related to verification of low and high imagery sentences. *Neuropsychologia*, 30: 581-586.
- Gordon, H. W., Corbin, E. D. y Lee P. A. (1986) Changes in specialized cognitive function following changes in hormone levels. *Neuropsychologia*, 24: 563-576
- Graydon, J. (1980) Spatial ability in highly skilled women squash players. *Perceptual and Motor Skills*, 50: 968-970.
- Grossi, D., Orsinni, A., Monetti, C. y De Michele, G. (1979) Sex differences in children's spatial and verbal memory span. *Cortex*, 15: 667-670.
- Hampson, E. y Kimura, D. (1988) Reciprocal effects of hormonal fluctuations of human motor and perceptual spatial skills. *Behavioral Neuroscience*, 102: 456-459
- Hampson, E. (1990a) Estrogen related variations in human spatial and articulatory-motor skills. *Psychoneuroendocrinology*, 18: 521-531.
- Hampson, E. (1990b) Influence of gonadal hormones on cognitive function in women. *Clinical Neuropharmacology*, 13: 522-523.
- Hampson, E. (1990c) Variations in sex-related cognitive abilities across the menstrual cycle. *Brain and Cognition*, 14: 26-43.
- Hampson, E. y Kimura, D. (1992) Sex differences and hormonal influences on cognitive function in humans. En S. Becker, M. Breedlove y D. Crews (eds.). *Behavioral endocrinology*. London: The MIT Press, pp 357-398.
- Hanrahan, C. (1995) Creating dance images: Basic principles for teachers. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 66(1): 33-40.
- Ho, H., Gilger, J. W. y Brink, T. M. (1986) Effects of menstrual cycle on spatial information processes. *Perceptual and Motor Skills*, 63: 743-751.
- Ingvar, D. H. (1985) Memory of the future: An essay on the temporal organization of conscious awareness. *Human Neurobiology*, 4: 127-136.
- Jones, B. y Anuzs, T. (1982) Effects of sex, handedness, stimulus and visual field on mental rotation. *Cortex*, 18: 501-514.
- Kimura, D. y Hampson, E. (1994) Cognitive pattern in men and women is influenced by fluctuations in sex hormones. *Current Directions in Psychological Science*, 3: 57-61.
- Kirk, A. y Kertesz, A. (1989) Hemispheric contributions to drawing. *Neuropsychologia*, 27: 881-886.
- Kohl, R. M. y Roenker, D. L. (1980) Bilateral transfer as a function of mental imagery. *Journal of Motor Behavior*, 12: 197-206

- Kolakowski, D. y Malina, R. M. (1974) Spatial ability, throwing accuracy and man hunting heritage. *Nature*, 251: 410-412.
- Kosslyn, S. M. (1980) *Image and Mind*. Cambridge Mass: Harvard University Press
- Kosslyn, S. M. (1987) Seeing and imagining in the cerebral hemispheres: A computational approach. *Psychological Review*, 94: 148-175.
- Kosslyn, S. M. (1988) Aspects of a cognitive neuroscience of mental imagery. *Science*, 240: 1621-1626.
- Kosslyn, S. M., Koenig, O., Barrett, A., Cave, C. B., Tang, J. y Gabrieli, J. D. E. (1989) Evidence for two types of spatial representations: Hemispheric specialization for categorical and coordinate relations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15: 723-735.
- Kosslyn, S. M., Alpert, N. M., Thompson, W. L., Maljkovic, V., Weise, S., Chabris, C. F., Hamilton, S. E., Rauch, S. L. y Buonanno, F. S. (1993) Visual mental imagery activates topographically organized visual cortex: PET investigations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5: 263-287.
- Linn, M. y Peterson, A. (1985) Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56: 1479-1498.
- Levine, D. N., Warrach, J. y Farah, M. J. (1985) Two visual systems in mental imagery: Dissociations of "What" and "Where" in imagery disorders due to bilateral posterior cerebral lesions. *Neurology*, 10: 363-401.
- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A. y Langrock, A. (1999) Early sex differences in spatial skill. *Developmental Psychology*, 35(4): 940-949.
- Loader, E. C., Edwards, S. W. y Henschen, K.P. (1982) Field-dependent/field independent characteristics of male and female basketball players. *Perceptual and Motor Skills*, 55: 883-890.
- Lunneborg, C. E. y Lunneborg, P. W. (1984) Contribution of sex-differentiated experiences to spatial and mechanical reasoning abilities. *Perceptual and Motor Skills*, 59(1): 107-113.
- Marr, D. (1982) *Vision*. San Francisco: Freeman.
- McGuinness, D. y Morley, C. (1991) Sex differences in the development of visuo-spatial ability in pre-school children. *Journal of Mental Imagery*, 15: 143-150.
- McLeod, B. (1985) Field dependence as a factor in sports with preponderance of open or closed skills. *Perceptual and Motor Skills*, 60: 369-370.
- Mehta, Z., Newcombe, F. y Damasio, H. (1987) A left hemisphere contribution to visuospatial processing. *Cortex*, 23: 447-461.
- Mehta, Z. y Newcombe, F. (1991) A role for the left hemisphere in spatial processing. *Cortex*, 27: 153-167.

- Minton, S. (1996) Assessment of the use of imagery in the dance classroom. *Impulse*, 4: 276-292.
- Moody, M. S. (1997) Changes in scores on the mental rotations test during the menstrual cycle. *Perceptual and Motor Skills*, 84: 955-961.
- Murphy, S. M. (1990) Models of imagery in sports psychology: A review. *Journal of Mental Imagery*, 14(3,4):152-172.
- Ohrnstein, R., Johnstone, J., Herron, J. y Swencionis, C. (1980) Differential right hemisphere engagement in visuospatial tasks. *Neuropsychologia*, 18: 49-64.
- Orsini, A., Schiappa, O. y Grossi, D. (1982) Sex and cultural differences in children's spatial and verbal memory span. *Perceptual and motor skills*, 53: 39-42.
- Overby, L. J. (1990) A comparison of novice and experienced dancers' imagery ability. *Journal of Mental Imagery*, 4 (3,4): 173-184.
- Overby, L. Y. (1991/1992) Principles of motor learning applied to the teaching of dance techniques. *Kinesiology and Medicine for Dance*, 14 (1): 113-118.
- Paivio, A. y Ernest, C. (1971) Imagery ability and visual perception of verbal and nonverbal stimuli. *Perception and Psychophysics*, 10: 429-432.
- Paivio, A. (1976) Perceptual comparisons through the mind's eye. *Memory and Cognition*, 3(6): 635-647
- Paivio, A. (1979) *Imagery and verbal processes* (Segunda edición) Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Paivio, A. (1982) The empirical case for dual coding. En J. C. Yuille (ed.), *Imagery, memory and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, pp. 307-332.
- Paivio, A. (1986) *Mental Representations. A Dual Coding Approach*. Oxford: Clarendon Press.
- Peronnet, F. y Farah, M. J. (1989) Mental rotation: An event-related potential study with a validated mental rotation task. *Brain and Cognition*, 9: 279-288.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R. y Richardson, C. (1995) A redrawn Vandenberg and Kuse Mental Rotations Test: different versions and factors that affect performance. *Brain and Cognition*, 28: 39-58.
- Pezaris E. y Casey, M. B. (1991) Girls who use "masculine" problem-solving strategies on a spatial task: proposed genetic and environmental factors. *Brain and Cognition*, 17: 1-22.
- Pyllyshyn, Z. W. (1981) The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 88: 16-45.
- Qubeck, W. J. (1997) Mean differences among subcomponents of Vandenberg's mental rotation test. *Perceptual and Motor Skills*, 85: 323-332.

- Rao, S. M., Binder, J. R., Bandettini, P. A., Hammeke, T. A., Yetkin, F. Z., Jesmanowicz, A., Lisk, L. M., Morris, G. L., Mueller, W. M., Estkowski, L. D., Wong, E. C., Haughton, V. M. y Hyde, J. S. (1993) Functional magnetic resonance imaging of complex human movements. *Neurology*, 43: 2311-2318.
- Ratcliff, G. (1979) Spatial thought, mental rotation and the right cerebral hemisphere. *Neuropsychologia*, 17: 49-54.
- Richardson, J. T. E. (1994) Gender differences in mental rotation. *Perceptual and Motor Skills*, 78: 435-448.
- Roland P. E., Lassen, N. A., Larsen, B. y Skinhoj, E. (1980) Supplementary motor area and other cortical areas in organisation of voluntary movements in man. *Journal of Neurophysiology*, 43 (1): 118-136.
- Roland, P. E., Skinhoj, E., Lassen, N. A. y Larsen, B. (1980) Different cortical areas in man in organisation of voluntary movements in extrapersonal space. *Journal of Neurophysiology*.
- Roland, P. E. y Friberg, L. (1985) Localisation of cortical areas activated by thinking. *Journal of Neurophysiology*, 53: 1219-1243.
43 (1): 137-150.
- Rosser, R. A., Ensing, S. S., Gilder, P. J. y Lane, S. (1984) An information-processing analysis of children's accuracy in predicting the appearance of rotated stimuli. *Child Development*, 55: 2204-2211.
- Ryan, E. D. y Simons, J. (1981) Cognitive demand, imagery, and frequency of mental rehearsal as factors influencing acquisition of motor skills. *Journal of Sport Psychology*, 3: 35-45.
- Savoyant, A. (1988) Mental practice: Image and mental rehearsal of motor action. En: M. Denis, J. Engelkamp y J. T. E. Richardson (eds.). *Cognitive and neuropsychological approach to mental imagery*. The Hague: Martinus Nijhoff.
- Sharps, M. J., Welton, A. L. y Price, J. L. (1993) Gender and task in the determination of spatial cognitive performance. *Psychology of Women Quarterly*, 17: 71-83.
- Shepard, R. N. y Metzler, J. (1971) Mental rotation of three dimensional objects. *Science*, 171: 701-703.
- Shepard, R. N. (1978) The mental image. *American Psychologist*, 33: 125-137.
- Shepard, R. N. y Cooper, L. A. (1982) *Mental images and their transformations*. Cambridge, MS: MIT Press.
- Sicdentop, D., Tousignant, M. y Parker, M. (1982) *Academic learning time-physical education*. Columbus: The Ohio State University.
- Signorella, M. L., Krupa, M. H. y Jamison, W. (1986) Predicting spatial performance from gender stereotyping in activity preferences and in self-concept. *Developmental Psychology*, 25: 89-95.

- Silverman, I. y Phillips, K. (1993) Effects of estrogen changes during the menstrual cycle on spatial performance. *Ethnology and Sociobiology*, 14: 257-269.
- Suinn, R. M. (1984) Imagery and sports. En: W. F. Straub y J. M. Williams (eds.). *Cognitive Sport Psychology*. Lansing, NY: Sport Science Associates.
- Tapley, S. M. y Bryden, M. P. (1977) An investigation of sex differences in spatial ability: Mental rotation on three dimensional objects. *Canadian Journal of Psychology*, 31: 122-130.
- Tippett, L. J. (1992) The generation of visual images: A review of neuropsychological research and theory. *Psychological Bulletin*, 112: 415-432.
- Uhl, F., Goldenberg, G., Lang, W., Lindinger, G., Steiner, M. y Deecke, L. (1990) Cerebral correlates of imagining colors, faces and a map-11: Negative cortical DC potentials. *Neuropsychologia*, 28: 81-93.
- Vaccaro, K. C. (1997) Teaching strategies: The application of found images in dance and sport. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 68(1): 45-49.
- Vandenberg, S. G. y Kuse, A. R. (1978) Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47: 599-604.
- Voyer, D. y Bryden, M. P. (1990) Gender, level of spatial ability, and lateralization of mental rotation. *Brain and Cognition*, 13(1): 18-29
- Weatherly, D. C., Ball, S. E. y Stacks, J. R. (1997) Reliance on visual imagery and its relation to mental rotation. *Perceptual and Motor Skills*, 85: 431-434.
- Wickelgreen, W. A. (1979) *Cognitive Psychology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Williams, J. D., Rippon, G., Stone, B. M. y Annett, J. (1995) Psychophysiological correlates on dynamic imagery. *British Journal Psychology*, 86: 283-300

ANEXOS

Nombre: _____

Edad: _____

¿A qué edad comenzaste a estudiar danza?

¿Qué tipo de danza has estudiado?

¿Cuántos años tienes practicándola de forma continua?

¿Qué tipo de danza practicas actualmente?

¿Cuántas horas diarias le dedicas a la danza?

¿Cuántas veces has bailado en algún escenario o participado en alguna coreografía?

¿Has practicado algún deporte? ¿Cuál o cuáles?

¿A qué edad?

¿Por cuánto tiempo?

¿Con qué frecuencia?

¿Practicas algún deporte actualmente además de la danza?

¿Cuál es tu máximo grado escolar?

En el caso de que estudies o hayas estudiado otra carrera ¿Cuál es y en que grado te encuentras?

¿Eres diestra o zurda?

¿Tienes experiencia en el uso de computadoras?

¿Qué tan frecuentemente utilizas la computadora?

¿Por cuánto tiempo?

¿Para qué utilizas la computadora?

¿Que programas sabes usar?

¿Con cuáles programas trabajas frecuentemente?

¿Desde que edad utilizas la computadora?

¿Tienes experiencia con juegos de computadora o video-juegos? ¿Con cuáles?

Nombre: _____

Edad: _____

¿A qué te dedicas?

¿Cuál es tu máximo grado escolar?

¿Haces ejercicio o practicas algún tipo de deporte actualmente?

¿Cuál?

¿Qué tan frecuentemente lo practicas?

¿A qué edad comenzaste a practicarlo?

¿Practicaste algún tipo de deporte o estudiaste danza en tu niñez o adolescencia?

¿A qué edad comenzaste a practicarlo?

¿Por cuánto tiempo lo practicaste?

¿Qué tan frecuentemente lo practicabas?

¿Eres diestra o zurda?

¿Tienes experiencia en el uso de computadoras?

¿Qué tan frecuentemente la utilizas y por cuánto tiempo?

¿Qué programas sabes utilizar y con cuáles trabajas comúnmente?

¿Desde qué edad usas la computadora?

¿Tienes experiencia con juegos de computadora o video-juegos?

¿Con cuáles?

DANZA Y ROTACIÓN MENTAL
Laboratorio de Psicofisiología Cognoscitiva

Nombre: _____

Grupo: _____ Sujeto: _____

1. *¿Cómo te pareció la tarea?*

2. *¿Qué hacías para rotar las figuras mentalmente?*

90°

180°

270°

3. *¿Qué figura te pareció más difícil de rotar?*

4. *¿A qué grados te fue más difícil rotar las figuras?*

5. *¿Hacia qué dirección te fue más difícil rotar las figuras?*

6. *¿Algún bloque te pareció más pesado que los demás?*

Comentarios: _____

¡ Muchas gracias por tu participación!