



## Habilidad de los estudiantes de arquitectura para la rotación de mapas urbanos

### Ability of architecture students to rotate urban maps

Diego Campos-Juanatey\*, Santiago Tarrío\*, Jesús Ángel Dopico\*, Alfredo Campos \*\*

\*Universidad de A Coruña, \*\*Universidad de Santiago de Compostela

#### Resumen

La formación y el entrenamiento en el desarrollo de las capacidades de visión e imaginación espacial durante la educación incrementan la habilidad de formar imágenes, y el rendimiento en las tareas que las utilizan. En esta investigación se analizó si el tipo de estudios (Arquitectura, y Administración y Dirección de Empresas) y la capacidad de rotar imágenes mentales influían en el número de aciertos, errores, y aciertos menos errores, en la rotación de mapas urbanos. Con este fin, se seleccionó un grupo de 208 estudiantes universitarios de Arquitectura, y de Administración y Dirección de Empresas, y les presentamos una tarea que consistió en analizar si la posición de 90 pares de mapas urbanos era igual o simétrica. Se evaluó el número de aciertos, errores, y aciertos menos errores. Se encontró que, tanto el tipo de estudio como la habilidad para rotar imágenes influyeron en el número de aciertos (sin contabilizar los errores), y en el número de rotaciones correctas (aciertos menos errores). La habilidad de rotar imágenes mentales también influyó en el número de errores en la rotación de mapas urbanos.

*Palabras clave:* arquitectura; imagen mental; rotación mental; imagen; estudios de empresa

#### Abstract

Training in mental imagery during education enhances the ability in forming images and increases the performance on tasks involving mental images. In this research we assessed whether the type of undergraduate studies (Architecture or Business Studies) and the ability in rotating mental images influenced the rotation of urban maps. We selected a group of 208 university students of Architecture and Business studies, who completed a task consisting on the evaluation of 90 pairs of urban maps, deciding if their position was equal or symmetrical. The number of correct choices, errors, and correct choices minus errors were measured. It was found that both the type of study and the skills in rotating images influenced the number of correct choices (without counting errors) and the correct rotation numbers (correct choices minus errors). The ability in rotating mental images also influenced the number of errors in the rotation of urban maps.

*Keywords:* architecture; mental imagery; mental rotation; imagery; business studies

Los mapas turísticos de las ciudades deben cumplir una serie de requisitos para facilitar la planificación de recorridos. Tanto los mapas de bolsillo como los situados

en elementos fijos situados en calles y edificios, en los que aparece normalmente el símbolo “usted está aquí”, necesitan adaptarse a dos principios básicos: el principio de

Diego Campos-Juanatey  [orcid.org/0000-0003-3889-1657](https://orcid.org/0000-0003-3889-1657) y Santiago Tarrío, Dpto. de Representación y Teoría Arquitectónica, Universidade de A Coruña, Campus de Elviña, 15071 A Coruña, España.

Jesús Ángel Dopico, Dpto. de Economía, Universidade de A Coruña, Campus de Elviña, 15071 A Coruña, España.

Alfredo Campos  [orcid.org/0000-0002-4191-4648](https://orcid.org/0000-0002-4191-4648), Dpto. Psicología Social, Básica y Metodología, Universidad de Santiago de Compostela, Campus Sur, 15782 Santiago de Compostela, España.

orientación, y el principio de correspondencia estructural (Campos-Juanatey, 2016; Levine, 1982; Seoane, Valiña, Ferraces, y Fernández, 1992). El principio de orientación se refiere a la alineación del mapa con el entorno. Si el mapa es de bolsillo, la mejor forma de planificar desplazamientos, es situarlo horizontalmente, paralelo al suelo, y orientarlo de manera que los elementos representados en el mapa coincidan con los que se visualizan de la realidad. De esta forma, la dirección que hay que seguir será la que indica el mapa, sin necesidad de efectuar ninguna rotación mental. Todo esto permite la rápida localización de los lugares y se cometen menos errores. Estas ventajas que poseen los mapas de bolsillo no la tienen los mapas que están fijados (colocados en posición vertical), por lo que hay que cuidar su diseño e instalación (Campos-Juanatey, 2016; Harris, 1967, Levine, 1982).

Para facilitar el uso del mapa “usted-está-aquí”, éste debe estar correctamente alineado con el entorno. Un mapa se considera alineado con el lugar cuando presenta la equivalencia “forward-up”, hacia adelante - arriba. Es decir, lo que está representado en la parte de arriba (parte superior del plano) corresponde con lo que el lector tiene delante, lo que está representado a la derecha es lo que tiene a su derecha, lo que está a la izquierda en el mapa corresponde a su izquierda, y lo que está en la parte inferior del mapa es lo que tiene detrás (Aretz, 1991; Campos-Juanatey, 2015; Tlauka y Nairn, 2004). Si el mapa no está colocado de la forma que hemos descrito, se necesita efectuar una rotación mental para adaptar el mapa a la realidad.

El segundo principio, el de correspondencia estructural, se refiere a la mínima información que es necesaria en el mapa “usted-está-aquí” para que pueda ser utilizado. La información mínima en el mapa es aquella que permita identificar, al menos, dos puntos o elementos del plano y esos mismos puntos en la realidad, de manera que sea fácil vincular la realidad y el plano (Campos-Juanatey, 2016; Levine, 1982; Seoane et al., 1992).

La rotación de mapas urbanos está relacionada con la rotación de imágenes llevada a cabo por Cooper (Cooper, 1975; Cooper y Shepard, 1973; Shepard y Metzler, 1971). Cooper y colaboradores efectuaron los estudios de rotación de imágenes haciendo que los participantes rotaran letras o figuras. Los participantes tenían que decir si la letra estaba colocada en posición normal o invertida, midiendo el tiempo que tardaban en decirlo. Se encontró que los participantes tardaban más en responder cuanto mayor fuese la rotación de la figura hasta situarla en la posición de 0°. El tiempo máximo en rotar las imágenes es la posición de 180°, la más alejada de 0° en la rotación (Cooper, 1975; Cooper y Shepard, 1973; Metzler y Shepard, 1974; Shepard y Metzler, 1971). Shepard y Hurwitz (1984) también efectuaron estudios de rotación con mapas y encontraron que el tiempo empleado por los individuos en descubrir el camino apropiado dependía de la posición del mapa y de los grados que había que rotar mentalmente para hacerlo

coincidir con la orientación adecuada.

En la rotación de imágenes, entre otras variables, influyen la experiencia en el manejo de imágenes (entrenamiento en imagen), y la habilidad de imagen que poseen los participantes. Una de las profesiones o estudios cuya formación favorece el desarrollo de las capacidades de visión e imaginación espacial y que tienen entrenamiento en imagen son los estudios de arquitectura, su educación y ejercicio profesional requieren un amplio y continuo manejo de imágenes (planos de edificios y de ciudades). No todas las profesiones utilizan las imágenes mentales, y entre las que las utilizan, no todas utilizan el mismo tipo de imagen mental. Diferentes estudios indican que los arquitectos y los científicos, en general, tienden a utilizar imágenes espaciales más que cualquier otro tipo de imágenes, lo que explica que los individuos de estas profesiones tengan mejor rendimiento en la rotación de imágenes que otros profesionales (Alonso y Campos, 2013; Arnheim, 1979; Blajenkova, Kozhevnikov, y Motes, 2006; Kozhevnikov, Blazhenkova, y Becker, 2010; Kozhevnikov, Hegarty, y Mayer, 2002; Kozhevnikov, Kosslyn, y Shepard, 2005; Rhoades, 1981). Los buenos arquitectos tienen un mayor rendimiento en imagen espacial que los malos (Alias, Black, y Gray, 2002; Mataix, León, y Montes, 2014; Mohler, y Miller, 2008).

En un reciente artículo, Campos-Juanatey, Pérez-Fabello, y Campos (en prensa) examinaron la diferencia en el número de aciertos, errores, y aciertos menos errores que cometieron los participantes en la rotación del Mental Rotation Test (MRT; Vandenberg y Kuse, 1978). Encontraron que los estudiantes de arquitectura tuvieron más rotaciones correctas (sin contabilizar los errores), y rotaciones correctas menos los errores, que los estudiantes de Psicología, Bellas Artes, y los de Administración y Dirección de Empresas.

Kosslyn y Koenig (1992), y Kozhevnikov et al. (2005) distinguen entre individuos “visualizadores” e individuos “verbalizadores”. Los visualizadores utilizan, fundamentalmente, imágenes mentales, y los verbalizadores utilizan, fundamentalmente, signos lingüísticos. A su vez, los visualizadores pueden ser visualizadores del objeto y visualizadores espaciales. Los visualizadores del objeto se fijan en la forma, color, y tamaño de los objetos, en cambio, los visualizadores espaciales se fijan más en la relación entre los objetos en el espacio, y la transformación de objetos en el espacio (Blajenkova et al., 2006; Blazhenkova y Kozhevnikov, 2009).

Distintos estudios (Campos, Pérez-Fabello, y Díaz, 2000; Coluccia, Iosue, y Brandimonte, 2007; González, Dopico, Iglesias, y Campos, 2006) han demostrado que los individuos que tienen altas capacidades de imaginación espacial tienen un buen desempeño en las tareas que requieren la utilización de imágenes espaciales.

Algunos estudios, como el de Wai, Lubinski, y Benbow (2009) encontraron relación entre la habilidad para rotar imágenes y la elección de carrera. Los individuos que

tienen alta capacidad de imagen tienen preferencias por las carreras de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. Ceci, Williams, y Barnett (2009), y Wai et al. (2009) encontraron que las diferencias de género entre los individuos adultos, e interpretaron esas diferencias afirmando se pueden deber a que, en períodos infantiles existían diferencias entre ellos. Al llegar a adultos, los altos en imagen eligen preferentemente profesiones relacionadas con ciencias y matemáticas.

Pazzaglia y Moé (2013) efectuaron un estudio analizando cómo influía la habilidad de rotación de imágenes, la habilidad verbal y el estilo cognitivo de los individuos, en el aprendizaje de mapas reales (la ciudad italiana de Asís y la ciudad checa de Praga). Encontraron que la habilidad para rotar imágenes mentales y el estilo cognitivo jugaban un papel importante en el aprendizaje de mapas. Los individuos altos en imagen recordaban más detalles de los mapas que eran más ricos en detalles visuales, que los individuos bajos en imagen. La rotación de imágenes correlacionó con el aprendizaje de los dos mapas (los que eran ricos en detalles visuales y los que tenía pocos detalles).

Las habilidades de imagen, necesarias en muchas profesiones, pueden entrenarse, en cualquier momento de la vida, incluido el período dedicado a la enseñanza/aprendizaje en la universidad, en las carreras para las que se necesitan unas habilidades de imagen especiales (Hyde y Lindberg, 2007; Mataix et al., 2014; Mataix, León, Reinoso, 2015). Algunos autores (Uttal, Miller, y Newcombe (2013) también sostienen que si el entrenamiento en habilidades espaciales, necesario para algunas profesiones, estuviese incluido en el currículum de los alumnos en los niveles educativos previos a la formación universitaria, existirían muchos más individuos que elegirían carreras relacionadas con las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.

En esta investigación se deseaba saber si la capacidad de rotar imágenes y el tipo de estudios (Arquitectura, y Administración y Dirección de empresas) influía en el número de aciertos, errores, y aciertos menos errores, al rotar los mapas.

## Método

### Participantes

En la investigación participaron 102 (52 mujeres y 50 hombres) estudiantes de Arquitectura, con una media de edad de 20.32 años ( $SD = 1.76$ ), y 106 (52 mujeres y 54 hombres) estudiantes de Administración y Dirección de Empresas (ADE), con una media de edad de 20.82 años ( $SD = 1.82$ ). La media de edad del grupo total, 208 participantes, fue de 20.58 años ( $SD = 1.83$ ). Se eligieron todos los estudiantes de Arquitectura y de Administración y Dirección de Empresas de la Universidad de A Coruña que estuviesen en el segundo curso, y se rechazaron los alumnos que perteneciesen a los demás cursos.

### Instrumentos

Se confeccionaron 90 pares de mapas de ciudades, el de la izquierda de cada par era el modelo, y el de la derecha podía ser igual al de la izquierda o invertido, y estar rotado  $0^\circ$ ,  $80^\circ$ , o  $180^\circ$ . Treinta mapas estaban sin rotar  $0^\circ$ , 30 estaban rotados  $90^\circ$ , y 30 mapas estaban girados  $180^\circ$ . La mitad de los mapas eran iguales, y la otra mitad eran simétricos (estaban en espejo).

También se utilizó el Mental Rotation Test (MRT; Vandenberg y Kuse, 1978), que consta de 10 ítems que miden la habilidad para rotar imágenes mentales. Cada ítem del test tiene un modelo y cuatro respuestas, dos son correctas y dos son incorrectas. El test tiene un límite de tiempo para su realización de 3 minutos. La corrección del test, según Vandenberg and Kuse (1978), se efectúa concediendo dos puntos si las dos respuestas son correctas, cero puntos si una respuesta es correcta y otra incorrecta, o ambas son incorrectas, y un punto si el individuo sólo dio una respuesta y es correcta. Vandenberg and Kuse (1978) obtuvieron una fiabilidad test-retest de .83

### Procedimiento

Para poder realizar esta investigación se construyeron 90 mapas urbanos, semejantes en dificultad, y se construyeron también otros 90 mapas que eran iguales a los anteriores, pero diferían en la rotación, y en la posición de normal o invertida. Al azar, se distribuyeron del siguiente modo: 30 pares de mapas diferían entre sí  $0^\circ$ , y la mitad podía verse en posición normal, y la otra mitad podía verse invertida. Treinta pares de mapas diferían entre sí  $90^\circ$ , y 30 pares diferían entre sí  $180^\circ$ . El mapa de la izquierda era siempre el modelo, y el de la derecha era el que variaba, y el participante tenía que decir si el mapa de la derecha era igual o invertido (en espejo). En cada par, el participante tenía que averiguar, durante un tiempo máximo de tres minutos, si la posición del mapa de la derecha era igual, o invertida, al mapa de la izquierda.

Los participantes también cubrieron, durante tres minutos, el Mental Rotation Test (MRT; Vandenberg y Kuse, 1978). Posteriormente, cada individuo fue clasificado como “alto” o “bajo” en capacidad de rotar imágenes, según su media en el test estuviese por encima o por debajo de la media de su grupo de carrera universitaria. La investigación se realizó de acuerdo a las normas de la Declaración de Helsinki de 2013. Los participantes eran mayores de edad, participaron voluntariamente, y en ningún momento tuvieron que poner ningún dato personal ni identificativo.

### Análisis de Datos

Se utilizó un diseño factorial intersujeto. Los análisis estadísticos se efectuaron con el SPSS 22.0. En primer lugar, se efectuó un alfa de Cronbach para averiguar la fiabilidad del Mental Rotation Test (MRT). Para analizar la diferencia entre los altos y bajos en capacidad de rotación de imágenes mentales, y entre los estudiantes de

Arquitectura, y Administración y Dirección de Empresas en el número de aciertos (sin contar los errores) en la rotación de mapas urbanos, se efectuó un ANOVA de 2 (altos y bajos en capacidad de rotación de imágenes), x 2 (carrera universitaria). Se efectuó un ANOVA para los aciertos (sin contar los errores), otro ANOVA para los errores, y otro ANOVA para los aciertos menos los errores.

**Resultados**

Para averiguar la fiabilidad del test se efectuó un Alfa de Cronbach y se encontró un alfa de .70. Para averiguar las diferencias en aciertos (sin contar los errores) en la rotación de mapas urbanos entre los estudiantes de Arquitectura y de Administración y Dirección de Empresas (ADE), y entre los altos y bajos en habilidad para rotar imágenes mentales, se efectuó un ANOVA. Las medias y desviaciones típicas se encuentran en la Tabla 1. Se observó diferencia significativa entre los individuos en función del tipo de estudios,  $F(1, 200) = 47.06, p < .001, \eta_p^2 = .19$ , potencia = 1. Los estudiantes de Arquitectura tuvieron significativamente más aciertos (sin restar los errores) que los alumnos Administración y Dirección de Empresas (ADE). Los participantes altos en habilidad para rotar imágenes mentales tuvieron significativamente más aciertos (sin restar los errores) que los individuos bajos en habilidad de rotación de imágenes,  $F(1, 200) = 14.56, p < .001, \eta_p^2 = .07$ , potencia = .97. La interacción entre las dos variables no resultó significativa,  $F(1, 200) = .32, p = .57, \eta_p^2 = .01$ , potencia = .09.

Tabla 1  
*Medias y Desviaciones Típicas de Aciertos (sin Restar Errores), en Función del Tipo de Estudio y de la Capacidad de Rotar Imágenes Mentales*

Estudios	Rotación de Imágenes					
	Altos		Bajos		Total	
	M	SD	M	SD	M	SD
Arquitectura	13.85	3.39	12.22	3.15	13.00	3.35
ADE	10.69	4.21	8.49	3.46	9.63	4.01
Total	12.21	4.14	10.43	3.79	11.32	4.05

En segundo lugar, se deseaba saber la influencia de la habilidad de rotación de imágenes, y del tipo de estudio (Arquitectura, y Administración y Dirección de Empresas (ADE) en el número de errores que cometen los participantes. Las medias de error de los distintos grupos se encuentran en la Tabla 2. Se encontró que existía diferencia significativa en el número de errores cometidos entre los individuos en función de la habilidad para rotar imágenes mentales,  $F(1, 200) = 3.85, p = .05, \eta_p^2 = .02$ , potencia = .50. Los individuos con puntuaciones bajas en habilidad para rotar imágenes mentales cometieron más errores en la rotación de mapas urbanos que los individuos altos en habilidad para rotar imágenes mentales. No se observó diferencia significativa en el número de errores cometidos en la rotación de mapas urbanos entre los individuos que

estudiaban Arquitectura y los que estudiaban Administración y Dirección de Empresas (ADE),  $F(1, 200) = .33, p = .57, \eta_p^2 = .02$ , potencia = .09. La interacción entre las dos variables tampoco resultó significativa,  $F(1, 200) = .05, p = .82, \eta_p^2 = .01$ , potencia = .06.

Tabla 2  
*Medias y Desviaciones Típicas de Errores, en Función del Tipo de Estudio y de la Capacidad de Rotar Imágenes Mentales*

Estudios	Rotación de Imágenes					
	Altos		Bajos		Total	
	M	SD	M	SD	M	SD
Arquitectura	1.69	1.11	2.04	1.39	1.87	1.27
ADE	1.76	1.34	2.20	1.77	1.97	1.57
Total	1.73	1.22	2.11	1.58	1.92	1.42

Finalmente, para averiguar las diferencias en las rotaciones correctas de mapas urbanos (aciertos menos errores) entre los estudiantes de Arquitectura y de Administración y Dirección de Empresas, y entre los altos y bajos en habilidad para rotar imágenes mentales, se efectuó un ANOVA. Las medias y desviaciones típicas se encuentran en la Tabla 3. Se encontró que existía diferencia significativa entre los individuos en función del tipo de estudios,  $F(1, 200) = 46.11, p < .001, \eta_p^2 = .19$ , potencia = 1. Los estudiantes de Arquitectura tuvieron significativamente más rotaciones correctas (aciertos menos errores) que los alumnos Administración y Dirección de Empresas (ADE). Los individuos con puntuaciones altas en habilidad para rotar imágenes mentales también tuvieron significativamente más rotaciones correctas (aciertos menos errores) que los individuos bajos en habilidad de rotación de imágenes,  $F(1, 200) = 19.37, p < .001, \eta_p^2 = .09$ , potencia = .99. La interacción entre las dos variables no resultó significativa,  $F(1, 200) = .40, p = .53, \eta_p^2 = .01$ , potencia = .10.

Tabla 3  
*Medias y Desviaciones Típicas de Aciertos (Aciertos Menos Errores), en Función del Tipo de Estudio y de la Capacidad de Rotar Imágenes Mentales*

Estudios	Rotación de Imágenes					
	Altos		Bajos		Total	
	M	SD	M	SD	M	SD
Arquitectura	12.16	3.43	10.18	3.30	11.13	3.49
ADE	8.93	4.40	6.29	3.70	7.66	4.27
Total	10.48	4.26	8.31	3.99	9.40	4.26

**Discusión**

En esta investigación se intentaba averiguar si el tipo de estudios (Arquitectura, y Administración y Dirección de Empresas) y la capacidad de rotar imágenes influía en los aciertos, los errores, y en los aciertos menos errores, que se cometen en la rotación de mapas. Se encontró que los

estudiantes de Arquitectura tuvieron, significativamente, más rotaciones correctas (independientemente de que se restasen los errores o no). Esta superioridad de los estudiantes que tienen entrenamiento y formación en visión espacial (los estudiantes de Arquitectura) en comparación con los que tienen menos entrenamiento (los estudiantes de Administración y Dirección de Empresas) corrobora los estudios en los que se comparó a los arquitectos y científicos, con otras profesiones en el rendimiento en rotación de imágenes (Alonso y Campos, 2013; Arnheim, 1979; Blajenkova et al., 2006; Kozhevnikov et al., 2002, 2005, 2010; Rhoades, 1981). Estos resultados corroboran también los estudios de Alias et al. (2002), Mataix et al. (2014) y Mohler y Miller (2008), que indican que el entrenamiento en habilidades relacionadas con la visión e imaginación espacial, facilita el rendimiento en tareas de rotación de mapas e imágenes espaciales.

Los resultados también indican que el rendimiento en rotación de mapas urbanos es semejante al que se obtiene con la rotación en otro tipo de tareas (Campos-Juanatey et al, en prensa; Cooper, 1975; Cooper y Shepard, 1973; Metzler y Shepard, 1974; Shepard y Metzler, 1971).

En esta investigación se encontró que los individuos de alta capacidad de rotación de imágenes tuvieron más aciertos sin restar los errores, menos errores, y más aciertos cuando se restaron los errores. Esta influencia de la capacidad de rotación de imágenes en la rotación de mapas urbanos se observó también en otras investigaciones (Campos et al., 2000; Coluccia et al., 2007; González et al., 2006; Pazzaglia y Moé, 2013) en las que las tareas también consistían en la rotación de alguna otra tarea.

Dado que la habilidad de imagen puede entrenarse (Mataix et al., 2014; Mohler y Miller, 2008), y va a influir mucho en la elección de carrera (Uttal et al., 2013), es necesario incluir el entrenamiento en imagen y su aplicación en las materias de estudio, como una tarea básica de la educación en sus diferentes niveles. Son, por tanto, necesarios nuevos estudios para abordar todas estas perspectivas, y analizar la eficacia del entrenamiento en imagen en las diversas materias educativas.

### Referencias

- Alias, M., Black, T. R., & Gray, D. E. (2002). Effect of instructions on spatial visualisation ability in civil engineering students. *International Education Journal*, 3, 1-12.
- Alonso, M., & Campos, A. (2013). Las imágenes mentales de los estudiantes de ciencias y ciencias sociales. In R. González Cabanach, R. Fernández Cervantes, F. Fariña, M. Vilariño, & C. Freire (Eds.), *Psicología y salud I: Educación, aprendizaje y salud* (pp. 121-125). A Coruña: GEU.
- Aretz, A. J. (1991). The design of electronic map displays. *Human Factors*, 33, 85-101.
- Arnheim, R. (1979). Visual thinking in education. In A. A. Sheikh, & J. T. Shaffer (Eds.), *The potential of fantasy and imagination* (pp. 215-223). New York: Brandon House.
- Blajenkova, O., Kozhevnikov, M., & Motes, M. A. (2006). Object-spatial imagery: A new self-report imagery questionnaire. *Applied Cognitive Psychology*, 20, 239-263. <https://doi.org/10.1002/acp.1182>
- Blazhenkova, O., & Kozhevnikov, M. (2009). The new object-spatial-verbal cognitive style model: Theory and measurement. *Applied Cognitive Psychology*, 23, 438-663. <https://doi.org/10.1002/acp.1473>
- Campos, A., Pérez-Fabello, M. J. & Díaz, P. (2000). Gimnasia rítmica: La imagen mental de novatos y expertos gimnastas. *Revista de Psicología del Deporte*, 9, 87-93. <http://www.rpd-online.com/article/view/62>
- Campos-Juanatey, D. (2015). Casco Histórico de Lugo: Diseño de paneles turísticos y "You-are-here maps". *Actas del IX Congreso Internacional Virtual Turístico y Desarrollo*. <http://www.eumed.net/eve/9turydes-pon.html>
- Campos-Juanatey, D. (2016). *Diseño de mapas you-are-here. Señalización de los centros históricos de las capitales gallegas*. Santiago de Compostela: Andavira Editora.
- Campos-Juanatey, D., Pérez-Fabello, M. J., & Campos, A. (en prensa). Differences in image rotation between undergraduates from different university degrees. *Imagination, Cognition and Personality*.
- Ceci, S. J., Williams, W. M., & Barnett, S. M. (2009). Women's underrepresentation in science: Sociocultural and biological considerations. *Psychological Bulletin*, 135, 218-261. <https://doi.org/10.1037/a0014412>
- Coluccia, E., Iosue, G., & Brandimonte, M. A. (2007). The relationship between map drawing and spatial orientation abilities: A study of gender differences. *Journal of Environmental Psychology*, 27, 135-144. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.12.005>
- Cooper, L. A. (1975). Mental rotation of random two-dimensional shapes. *Cognitive Psychology*, 7, 20-43. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(75\)90003-1](https://doi.org/10.1016/0010-0285(75)90003-1)
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. G. Chase (Eds.) *Visual information processing* (pp. 75-176). New York: Academic Press.
- González, M. A., Dopico, J., Iglesias, E., & Campos, A. (2006). Expertos y no expertos deportistas: Diferencias en imagen mental del movimiento. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 6, 6-10.
- Harris, R. M. (1967). *The Rand-McNally handbook of map and globe usage*. Chicago: Rand-McNally.
- Hyde, J. S., & Lindberg, S. M. (2007). Facts and assumptions about the nature of gender differences and the implications for gender equity. In S. S. Klein (Ed.), *Handbook for achieving gender equity through education* (pp.19-32). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.

- Kosslyn, S. M., & Koenig, O. (1992) *Wet mind: The new cognitive neuroscience*. New York: Free Press.
- Kozhevnikov, M., Blazhenkova, O., & Becker, M. (2010). Trade-of in object versus spatial visualization abilities: Restriction in the development of visual-processing resources. *Psychonomic Bulletin & Review*, *17*, 29-35. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.1.29>
- Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2002). Revising the visualizer-verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition and Instruction*, *20*, 47-77. [https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2001\\_3](https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2001_3)
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S. M., & Shepard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition*, *33*, 710-726. <https://doi.org/10.3758/BF03195337>
- Levine, M. (1982). You-are-here maps: "Psychological considerations". *Environment and Behavior*, *14*, 221-237. <https://doi.org/10.1177/0013916584142006>
- Metzler, J., & Shepard, R. N. (1974). Transformational studies of the internal representation of three-dimensional objects. In R. Solso (Eds.) *Theories in cognitive psychology: The Loyola Symposium* (pp. 147-201). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mataix, J., León, C., & Montes, F. P. (2014). Las habilidades espaciales de los estudiantes de las nuevas titulaciones técnicas. Un estudio en la Universidad de Granada. *EGA. Revista de Expresión Gráfica y Arquitectura*, *24*, 264-271. <https://doi.org/10.4995/ega.2014.1767>
- Mataix, J., León, C., & Reinoso, J. F. (2015). Métodos de entrenamiento de las habilidades espaciales de los estudiantes de titulaciones técnicas. *EGA. Revista de Expresión Gráfica y Arquitectura*, *26*, 278-287. <https://doi.org/10.1080/02109395.1992.10821178>
- Mohler, J. L., & Miller, C. L. (2008). Improving spatial ability with mentored sketching. *Engineering Design Graphics Journal*, *72*, 19-27
- Pazzaglia, F., & Moé, A. (2013). Cognitive styles and mental rotation ability in map learning. *Cognitive Processing*, *13*, 391-399. <https://doi.org/10.1007/s10339-013-0572-2>
- Rhoades, H. M. (1981). Training spatial ability. In E. Klinger (Ed.), *Imagery. Vol. 2. Concepts, results and applications* (pp. 247-256). New York: Plenum Press.
- Seoane, G., Valiña, M. D., Ferraces, M. J., & Fernández, J. (1992). Mapas "usted está aquí": Importancia de la alineación con el ambiente y puntos de correspondencia mapa. *Estudios de Psicología*, *48*, 21-39. <https://doi.org/10.1080/02109395.1992.10821178>
- Shepard, R. N., & Hurwitz, S. (1984). Upward direction, mental rotation, and discrimination of left and right turns in maps. *Cognition*, *18*, 161-193. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(84\)90024-6](https://doi.org/10.1016/0010-0277(84)90024-6)
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, *171*, 701-703. <https://doi.org/10.1126/science.171.3972.701>
- Tlauka, M., & Nairn, M. J. (2004). Encoding of multiple map orientations. *Spatial Cognition and Computation*, *4*, 359-372. [https://doi.org/10.1207/s15427633scc0404\\_4](https://doi.org/10.1207/s15427633scc0404_4)
- Uttal, D. H., Miller, D. I., & Newcombe, N. S. (2013). Exploring and enhancing spatial thinking links to achievement in science, technology, engineering and mathematics? *Current Directions in Psychological Science*, *22*, 367-373. <https://doi.org/10.1177/0963721413484756>
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, *47*, 599-604. <https://doi.org/10.2466/pms.1978.47.2.599>
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, *4*, 817-835. <https://doi.org/10.1037/a0016127>

Fecha de recepción: 18 de octubre de 2017.

Fecha de revisión: 04 de noviembre de 2017.

Fecha de aceptación: 06 de noviembre de 2017.

Fecha de publicación: 1 de diciembre de 2017.