

**COMPONENTES DE LA COMPETENCIA ESPACIAL
EXPLORACIÓN EN INGRESANTES A LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO**

Marianela Noriega Biggio, Stella Maris Vázquez y Stella Maris García

RESUMEN

Se presenta un breve estado de la cuestión acerca del concepto de competencia espacial y de las habilidades que la componen.

El trabajo empírico se centra en la evaluación de tres componentes que integran el aspecto de la competencia espacial denominado visualización: el desarrollo de superficies y el reconocimiento de volúmenes a partir de sus desarrollos en el plano, las rotaciones complejas y el reconocimiento de proyecciones. La exploración se hizo sobre una muestra compuesta por 716 alumnos (14% provenientes de escuela técnica, 64% mujeres) pertenecientes al Ciclo Básico Común de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo –FADU– de la Universidad de Buenos Aires. Se sometieron a prueba dos hipótesis: a) El desarrollo de superficies, las rotaciones tridimensionales y el reconocimiento de proyecciones son componentes de la competencia espacial y se distinguen por su nivel de dificultad de resolución y b) Hay diferencias significativas por sexo y por tipo de nivel medio de procedencia en las habilidades requeridas para la resolución de los tres tipos de tareas. El análisis de los datos muestra la validez y confiabilidad de la prueba ad hoc usada y la existencia de tres factores con diversos niveles de dificultad. Se analizan los elementos que contribuyen a la dificultad de resolver problemas de proyecciones, que resultó la habilidad con menos nivel de logro en la muestra. Por otra parte, se confirman los hallazgos de otras investigaciones en cuanto a las diferencias entre mujeres y varones en competencia espacial, con una ventaja más marcada para el caso de las tareas de proyecciones, así como la ventaja de los alumnos que provienen de escuelas técnicas, en las habilidades de rotación y proyecciones. Se concluye con una reflexión pedagógica, referida a la necesidad de prestar atención al desarrollo de las habilidades implicadas en la inteligencia espacial, a través de toda la etapa de escolarización, superando un enfoque de sesgo racionalista, que privilegia los aspectos lógico-discursivos en el que subyace una concepción antropológica reductiva que deja en la sombra la íntima imbricación de razonamiento y representaciones sensibles, pensamiento e imagen, a través de todo el proceso de conocimiento y no sólo en el punto de partida.

Palabras clave: competencia espacial- diferencias de género- nivel universitario- formación previa

Recepción del artículo: 30.12.2010 • Aprobación del artículo: 24.04.2011

Marianela Noriega Biggio, Arquitecta.

Correo electrónico: marianelanoriega@gmail.com

Stella Maris Vázquez, Doctora en Filosofía.

Correo electrónico: stellavasquez@gmail.com

Stella Maris García, Arquitecta, Profesora adjunta regular a cargo de Cátedra.

Correo electrónico: stellagarcia@netizen.com.ar

ABSTRACT

Current literature on the concept of spatial competence is reviewed, focusing on its component skills.

Empirical work has centred on the assessment of three components of visualisation as a specific aspect of spatial competence: (1) surface development from a given plan and volume recognition, (2) complex rotation and (3) projection recognition. The sample was made up of 716 students enrolled on the common basic course run by the School of Architecture, Design and Urban Planning, University of Buenos Aires. Fourteen percent of the subjects held technology-oriented secondary school degrees and 64% were women. Two hypotheses were tested: (a) surface development, 3-D rotation and projection recognition constitute spatial competence components that can be distinguished according to task-difficulty level, (b) there are significant differences related to gender and secondary schooling orientation in the skills required by the three types of task. Data analysis demonstrates the validity and reliability of the *ad hoc* test administered and the existence of the three factors and their difficulty levels. Scores for projection problem-solving skills were the lowest overall. The reasons for such difficulties are examined. Previous findings are confirmed concerning gender-related differences in spatial competence, with male subjects scoring higher particularly on projection tasks. Graduates from technology-oriented secondary schools, in turn, scored higher on rotation and projection skills. It is concluded that spatial intelligence skills should be developed throughout schooling, transcending the prevailing rationalist approach that stresses the logical and discursive. This is grounded in a reductionist anthropology that fails to acknowledge the intertwining of reasoning and sensible representations, thought and image that takes place throughout the cognitive process and not only at its starting point.

Key words: Spatial competence - gender differences - university level - previous schooling

Las competencias requeridas para el buen desempeño en las carreras de Arquitectura y Diseños tienen un nivel de especificidad al que es difícil apuntar en la formación académica previa, de allí la dificultad de los estudios que se proponen determinar los factores esenciales que podrían ser buenos predictores del desempeño de los estudiantes en el nivel universitario.

Los estudios de estas carreras requieren una gama de habilidades y conocimientos específicos, que abarcan las ciencias sociales y naturales, las matemáticas, humanidades y arte, cuyo foco central se halla en la práctica creativa del diseño, por lo que la formación requerida implica un enfoque interdisciplinario y holístico. Por otra parte, la formación que se recibe en la escuela de Nivel medio y el tipo de evaluación con la que se califica y promueve a los alumnos, están centrados en el desarrollo de habilidades prevalentemente lógico-discursivas. Algunos autores (Roberts, 2007; Abercrombie, Hunt y Stringer, 1969) señalan que no hay una relación lineal entre el desempeño académico en la educación secundaria y el del nivel universitario, por lo que sería importante determinar qué tipo de pruebas se requerirían para un diagnóstico adecuado de los estudiantes que ingresan en estas carreras. Así, por ejemplo, se ha observado que en las carreras de informática se obtienen buenos resultados usando pruebas de pensamiento lógico y para el caso de arquitectura y diseños, usando pruebas que apelan a las nociones de espacio y de forma (Bligh, Jaques y Piper, 1980; Gould y McComisky, 1958). Por otra parte, el acceso a estas carreras se produce en un porcentaje elevado de ocasiones sin haber cursado en la escuela media ninguna asignatura básica de dibujo. Eso crea en el aula grupos de alumnos con una disparidad de conocimientos que imposibilita la correcta aplicación de un programa de nivel universitario. (Saorín Pérez, Navarro Trujillo y Martín Dorta, 2005).

A pesar de este reconocimiento, no hemos hallado investigaciones que exploren las diferencias en competencia espacial en relación con el tipo de escuela media de procedencia. Si estas diferencias fueran significativas sería preciso desarrollar acciones remediales en los cursos introductorios, para salvar esa brecha que condicionaría el desempeño académico ulterior.

Es preciso reconocer que la competencia espacial no es una dimensión especialmente atendida en la educación formal en los niveles de educación previos a la etapa universitaria y con frecuencia los alumnos que no se destacan por sus habilidades de razonamiento lógico y verbal, aunque tengan otras habilidades, tienen menos oportunidades de éxito académico (Chang, 2008) lo que se debe, en buena medida, a la prevalencia de concepciones reductivas de la inteligencia.

Las habilidades espaciales se consideran hoy (Sjölander, 1998) como una parte de la llamada inteligencia fluida, que es comúnmente evaluada a través de pruebas de razonamiento lógico y matemático, mientras que la inteligencia

cristalizada –el conjunto de conocimientos adquiridos- se evalúa a través de pruebas de conocimiento verbal y de información. La definición de estas habilidades y su lugar en las teorías de la inteligencia, son discutidas. Algunos autores hablan de inteligencia espacial, que se caracterizaría por la habilidad para percibir formas y para manipular en la imaginación objetos y posibilidades de movimiento de los mismos. Otros (Smith, 2009) la llaman visualización espacial y la caracterizan como la capacidad de ver, concebir, manipular mentalmente los objetos del mundo visual y realizar transformaciones a partir de lo percibido; distinguiéndola de la mera habilidad o memoria visual, que es una forma estática o reproductiva de visualización (Michael, Zimmerman y Guilford, 1951), mientras que el factor llamado manipulación visual, o simplemente visualización, es dinámico y se requiere para la resolución de tareas que exigen mover, rotar o invertir mentalmente uno o más objetos.

La visualización es uno de los constructos mejor definidos en la literatura sobre el tema. Lohman (1979), lo caracteriza como la habilidad para generar una imagen mental, efectuar transformaciones mentales sobre ésta y retener los cambios producidos. Lo esencial de esta habilidad es el control mental que se ejerce sobre la imagen. Las transformaciones son procesos complejos que pueden darse por síntesis (como en el armado de rompecabezas), por movimiento o por desarrollo de superficies, lo que requiere imaginar plegamientos. (Lohman, 1985), ya sea en dos o tres dimensiones, a partir de un estímulo visual, o de reconocer si otros objetos-estímulo corresponden –son los mismos que- al dado como referente. En este tipo de tareas se requieren varios pasos de manipulación mental, que pueden incluir la rotación de partes, pero también plegado, reconocimiento de figuras o partes ocultas, diseños de bloque, etc. Las estrategias de resolución son analíticas y el desempeño exitoso requiere flexibilidad mental para seleccionar la mejor estrategia. Guilford (1969) llama a esta habilidad conocimiento de transformación de figuras (también pueden ser cuerpos, pero son presentados en el plano). Otros autores (Strong y Smith, 2001) caracterizan la visualización como la habilidad de manipular un objeto en un espacio tridimensional imaginario y crear una nueva representación del objeto desde otro punto de vista

En la historia de la investigación acerca de la competencia espacial se distinguen tres fases (Koch, 2006; Mohler, 2008): La primera corresponde a las primeras cuatro décadas del S XX, en la que se trató de determinar la existencia de un factor único de competencia espacial, la segunda fase, entre los años ´40 y ´50, se distingue por la búsqueda de distintos factores y su clasificación. En la tercera fase, a partir de la década del ´60 y hasta el presente, se desarrollan trabajos que tratan de establecer la relación entre la competencia espacial y factores tales como el sexo, la edad y la experiencia previa. Koch distingue una cuarta fase, emergente en la actualidad, que se centra en la relación entre las habilidades espaciales y el uso de la computadora.

En nuestro trabajo nos centramos en la evaluación de tres componentes que integran el aspecto de la competencia espacial denominado visualización: el desarrollo de superficies y el reconocimiento de volúmenes a partir de sus desarrollos en el plano, las rotaciones complejas y el reconocimiento de proyecciones.

Hipótesis

El desarrollo de superficies, las rotaciones tridimensionales y el reconocimiento de proyecciones son componentes de la competencia espacial y se distinguen por su nivel de dificultad de resolución.

Hay diferencias significativas por sexo y por tipo de nivel medio de procedencia en las habilidades requeridas para la resolución de los tres tipos de tareas.

Método

La muestra

Se ha trabajado con una muestra compuesta por un total de 716 alumnos (14% provenientes de escuela técnica, 64% mujeres) pertenecientes al Ciclo Básico Común de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo –FADU- de la Universidad de Buenos Aires, cuyas edades están en el rango de 17 a 46 años (Media = 18,76 , desvío típico = 2,39).

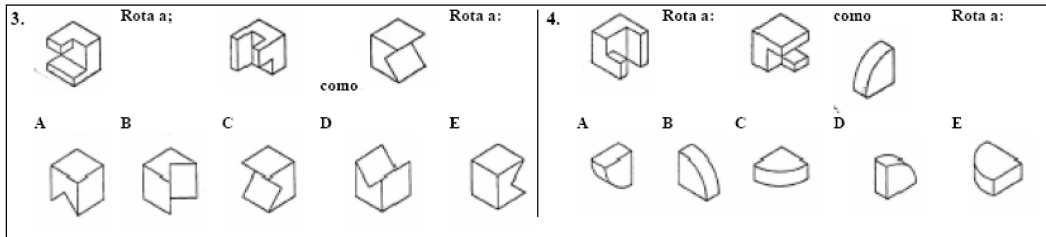
Instrumento y procedimiento

Para la medición de la variable competencia espacial se usó una prueba preparada ad hoc, compuesta por 12 ítems. Los cuatro ítems de rotación (Ver Figura 1) pertenecen al Purdue Spatial Visualizations Test/ Visualizations of Rotations (PSVT/TR), un test diseñado para evaluar la habilidad de visualizar la rotación de objetos tridimensionales. Sus autores (Bodner y Guay, 1997), señalan que la resolución de estos ítems no implica estrategias analíticas y ubican la habilidad de efectuar o de reconocer rotaciones dentro del factor orientación, definido como la habilidad para identificar un objeto en distintas posiciones, en cambio el factor visualización –al que pertenecen los ítems de desarrollos y de reconocimiento de proyecciones- se define como la habilidad de reestructurar o de manipular componentes de un estímulo visual e implica el reconocimiento, retención y evocación de configuraciones cuando el objeto o sus partes son movidas.

En los ítems de rotación se muestra al sujeto un objeto y su correspondiente rotado; luego se le propone un segundo objeto y cinco opciones para determinar cuál de ellas corresponde al objeto primitivo al que se le ha efectuado la misma

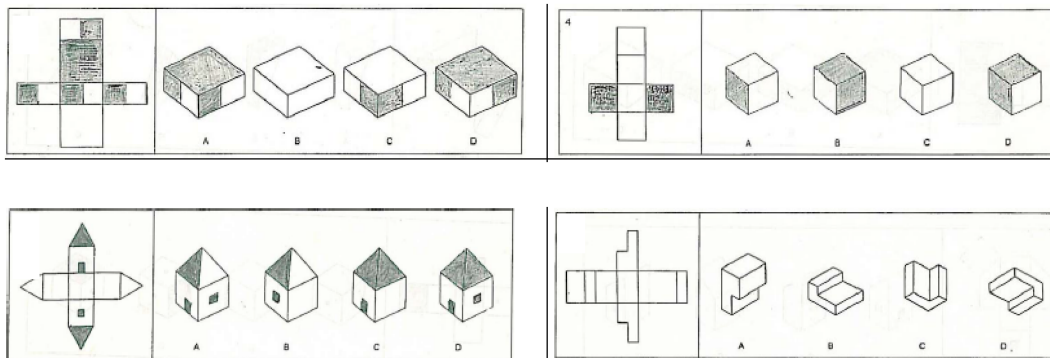
rotación que el primer objeto. Las rotaciones propuestas pueden ser simples o complejas, es decir sobre más de un eje.

Figura 1. Ítemes 1, 2, 3 y 4.



Los cuatro ítems correspondientes a desarrollo de superficies (ver Figura 2) se tomaron de la sub-escala de relaciones espaciales de la prueba DAT –Differential Aptitudes Test- (Bennett, Seashore y Wesman, 1947). Las tareas de desarrollos de superficies permiten evaluar la habilidad de los sujetos para moverse entre las dimensiones del plano al volumen y viceversa (Boakes, 2009) y están vinculadas al desarrollo de la habilidad para imaginar proyecciones y para la configuración mental de volúmenes complejos (Garfias Ampuero, 2006).

Figura 2. Ítemes 5, 6, 7 y 8



Los cuatro ítems de proyecciones se elaboraron a partir de ejercicios que son comunes en las tareas de resolución de problemas en carreras técnicas, porque no existen tests estandarizados referidos a este tipo de tareas de visualización (Lajoie, 2003). Se pide a los sujetos que identifiquen en las proyecciones dadas (vistas superior, frontal y lateral), qué superficies se corresponden con la perspectiva (ver Figura 3) y que identifiquen en la perspectiva axonométrica de un objeto las superficies que están representadas en sus proyecciones (ver figura 4). La resolución de este tipo de ejercicios requiere de estrategias complejas, que pueden ser de tipo analítico, constructivo o analítico/constructivo.

Las estrategias analíticas consisten en el empleo de un método secuencial de comparación de cada uno de los rasgos o elementos del dibujo, en las que el sujeto examina las líneas de las proyecciones y las aparea para ver como encajan entre sí. En las estrategias constructivas los individuos construyen mentalmente representaciones visuales de objetos que requieren transformaciones para solucionar el problema. En este tipo de estrategias se distinguen 4 componentes: a) descomposición de rasgos; b) rotación, plegado, orientación; c) generación de hipótesis y d) verificación de hipótesis. Las estrategias analítico/constructivas usan alternativamente una combinación de los procedimientos de las otras dos, y son las que aparecen como más exitosas (Lajoie, 2003).

Figura 3. Ítemes 9, 10

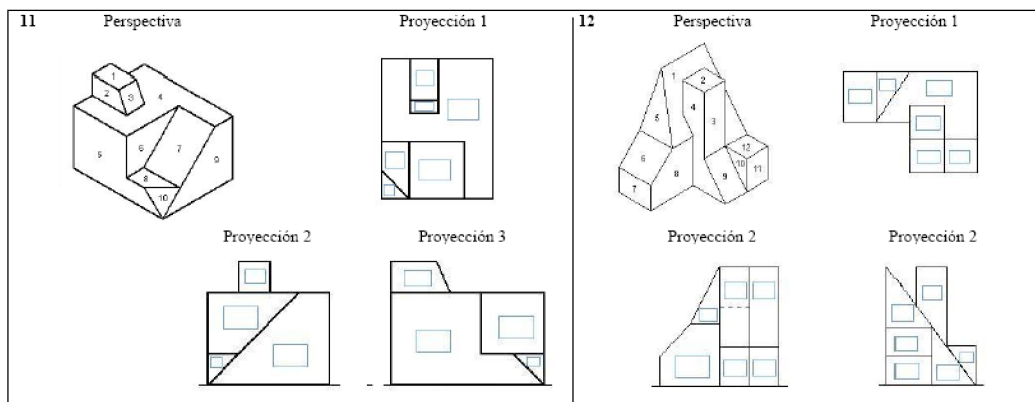
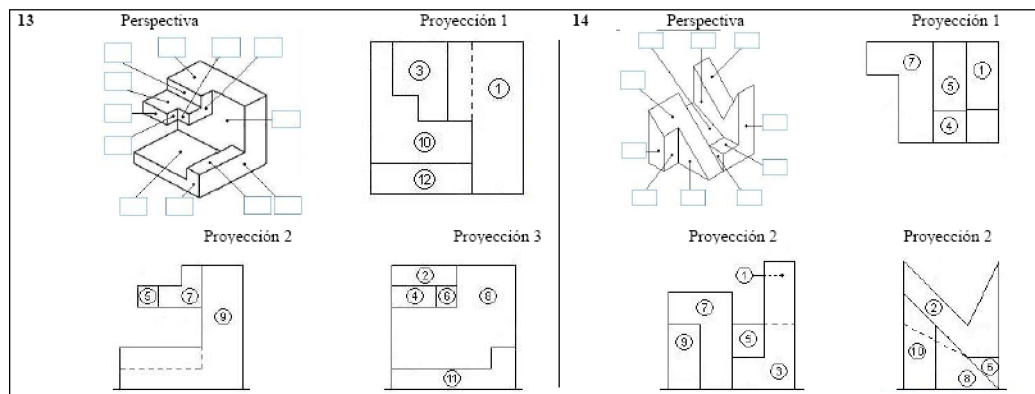


Figura 4. Ítemes 11 y 12



Cabe aclarar que la cantidad de ítemes se determinó en función del tiempo disponible dentro de los horarios de dictado de clases.

La prueba se tomó en la primera semana de clase del curso lectivo 2010, dentro del horario de clases y estuvo a cargo de cada uno de los docentes que integran la cátedra de Dibujo.

Componentes de la competencia espacial

Para la asignación de puntaje en competencia espacial y en cada uno de los factores, cada ítem se evaluó en forma dicotómica -1 ó 0-, se sumó el puntaje obtenido en cada ítem y el resultado se convirtió a escala 10, a fin de que su lectura pudiera ser interpretada más fácilmente.

Se usó un diseño pre-experimental, sin manipulación de las variables.

Resultados

Propiedades psicométricas del instrumento

Índices de discriminación

Para establecer el poder de discriminación de cada uno de los ítemes se usó el método de contraste entre el 27% superior y el 27% inferior de los puntajes totales. De acuerdo con los criterios de Ebel y Frisbie (1986), once ítemes –que superan el coeficiente de 0,39- tienen un nivel de discriminación excelente, en tanto que el ítem 6 tiene un nivel de discriminación bueno (ver Tabla 1).

Tabla 1. Índices de discriminación

Ítem	ID	Ítem	ID
1	0.56	7	0.45
2	0.58	8	0.57
3	0.65	9	0.80
4	0.61	10	0.69
5	0.40	11	0.81
6	0.37	12	0.79

Validez de la prueba de competencia imaginativa

La validez de la prueba se establece mediante un análisis factorial exploratorio. Se obtiene una matriz trifactorial ($KMO = .81$, Test de Bartlett $X^2(66) = 1820,9$, $p < .001$), que coincide con los tres tipos de habilidades señaladas en la hipótesis (ver Tabla 2).

Tabla 2. Factores de competencia espacial

Ítem	Rotaciones	Desarrollos	Proyecciones
1	0.80	-0.25	0.25
2	0.77	-0.28	0.21
3	0.74	-0.36	0.19
3	0.67	-0.2	0.21
4	0.23	-0.14	0.62
6	0.23	-0.18	0.77

7	0.17	-0.19	0.81
8	0.37	-0.34	0.35
9	0.31	-0.77	0.25
10	0.18	-0.69	0.17
11	0.31	-0.82	0.14
12	0.33	-0.82	0.17

La solución obtenida, a la que se aplica rotación Oblimín, tiene un 55% de varianza explicada. Se observa que el ítem 8 es complejo, con una carga levemente mayor en el factor rotaciones, pero se decide dejarlo en el factor desarrollos por la naturaleza del ejercicio. La complejidad se justifica porque el ejercicio requiere una rotación para lograr ver la correspondencia con el desarrollo pedido (ver figura 2), a diferencia de los tres ítemes restantes.

Con los tres factores obtenidos se hace un análisis factorial de segundo orden (ver Tabla 3) que muestra la existencia del constructo competencia espacial como un factor único, con 57% de varianza explicada (KMO= .801; Test de Bartlett $X^2(3)$, = 2037.31, $p < .001$)

Tabla 3. Factor competencia espacial

Factores	Componente
	1
Proyecciones	.75
Rotaciones	.78
Desarrollos	.73

La prueba tiene también coeficientes adecuados de confiabilidad, tanto para las tres sub-escalas (rotaciones $\alpha = .74$, desarrollos $\alpha = .56$, proyecciones $\alpha = .78$) como para la prueba total ($\alpha = .79$).

Los factores tienen medias con diferencias significativas (Ver Tabla 4), como se ve con la prueba t para muestras relacionadas [$t(718) = -17.45$, $p < .001$]. Las tareas más fáciles son las de desarrollo y las más difíciles las que corresponden a las proyecciones.

Tabla 4. Descriptivos de factores de competencia espacial

Escalas	Media	SD
Proyecciones	5.31	3.76
Rotaciones	7.34	3.29
Desarrollos	7.84	2.67

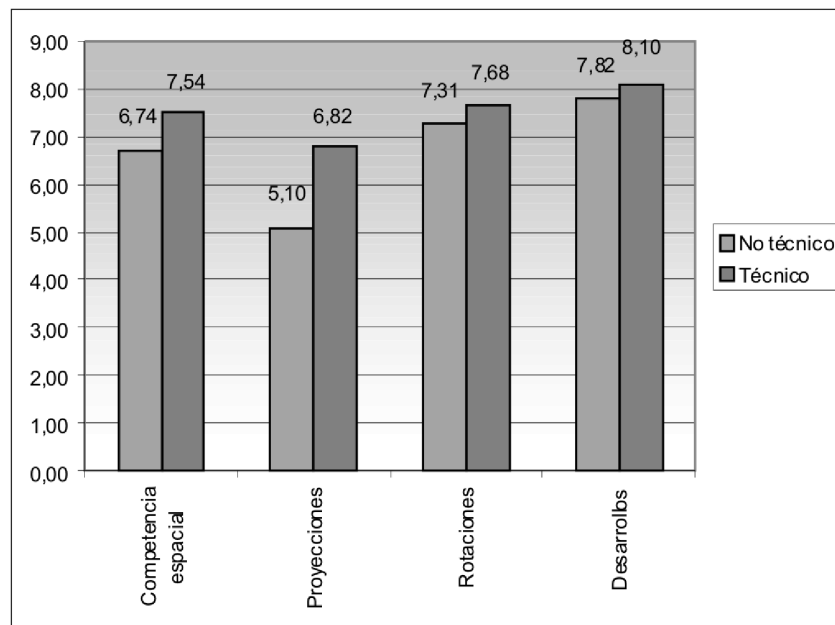
Diferencias en competencia espacial

Para evaluar las diferencias entre los alumnos que proceden de nivel medio técnico y los que proceden de otros tipos de nivel medio (Ver Tabla 5 y Figura 5), se hizo un análisis de varianza one way que permitió confirmar la hipótesis, hallándose una ventaja a favor del primer grupo, tanto en el puntaje total [$F(1, 714) = 8.95, p < .004$] como en el factor de proyecciones [$F(1, 714) = 17.98; p < .001$].

Tabla 5. Descriptivos de competencia espacial y factores por tipo de nivel medio de procedencia

Variables	Procedencia	Media	Desvío típico
Competencia espacial	No técnico	6.74	2.46
	Técnico	7.54	2.16
Proyecciones	No técnico	5.1	3.76
	Técnico	6.82	3.37
Rotaciones	No técnico	7.31	3.26
	Técnico	7.68	3.39
Desarrollos	No técnico	7.82	2.7
	Técnico	8.1	2.32

Figura 5. Competencia espacial y factores por tipo de nivel medio de procedencia

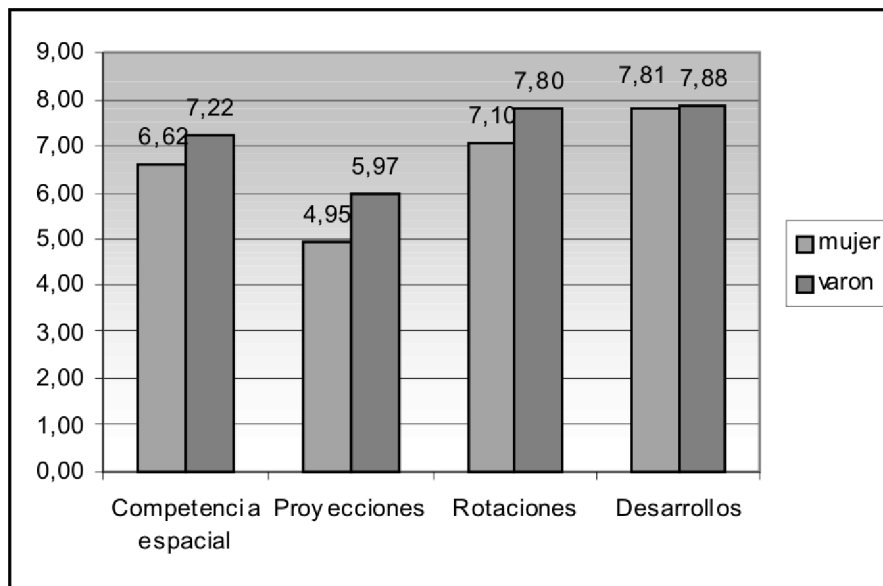


Para evaluar las diferencias debidas al sexo (Ver Tabla 6 y Figura 6) se usó también el análisis de varianza, hallándose diferencia a favor de los varones tanto en el puntaje de competencia espacial [$F(1, 622) = 9.72, p < .003$], como en el factor de proyecciones [$F(1, 622) = 12.26; p < .001$] y de rotaciones [$F(1, 622) = 5.58, p < .02$].

Tabla 6. Descriptivos de competencia espacial y de factores por sexo

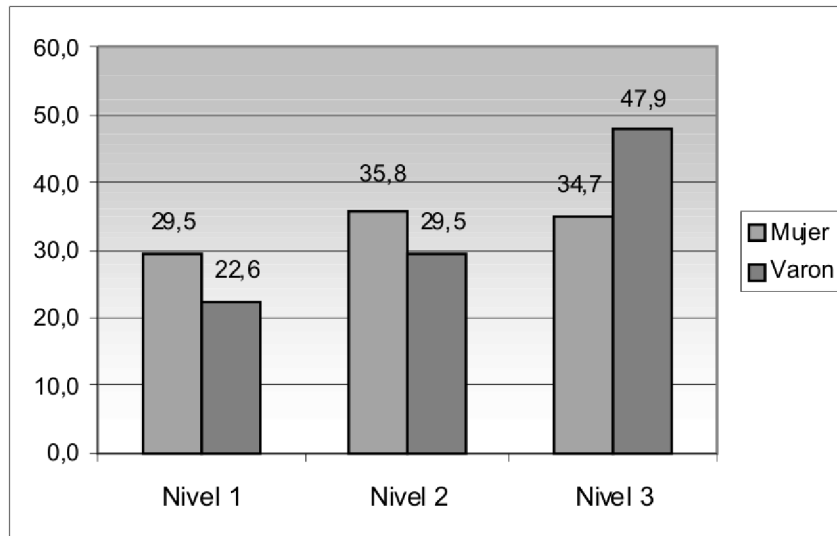
Variables	Sexo	N	Media	Desvío típico
Competencia espacial	Mujer	410	6.62	2.452
	Varón	214	7.27	2.431
Proyecciones	Mujer	410	5.06	3.813
	Varón	214	6.17	3.622
Rotaciones	Mujer	410	7.10	3.341
	Varón	214	7.76	3.157
Desarrollos	Mujer	410	7.72	2.670
	Varón	214	7.89	2.740

Figura 6: Competencia espacial y factores por sexo



Si se establecen niveles en la competencia espacial, puede verse que en el nivel superior de desempeño el porcentaje de varones es significativamente más alto [$X^2(2) = 12.19, p < .003$] (Ver Figura 7)

Figura 7. Niveles de competencia espacial por sexos



Se confirma en nuestra muestra la diferencia en competencia espacial a favor de los varones que se consigna en la mayor parte de los trabajos sobre el tema. Algunos autores (Hirnstein, Bayer y Hausmann, 2009; Linn y Petersen, 1985; Voyer, Voyer y Bryden, 1995; Heil y Jansen-Osmann, 2008; Quinn y Liben, 2008) señalan que la mayor diferencia entre los sexos se da en las habilidades referidas a rotación, en cambio en nuestra muestra la mayor diferencia se halla en los ítems de visualización de proyecciones, que resultan los más difíciles para ambos sexos, aunque los varones se desempeñan significativamente mejor que las mujeres.

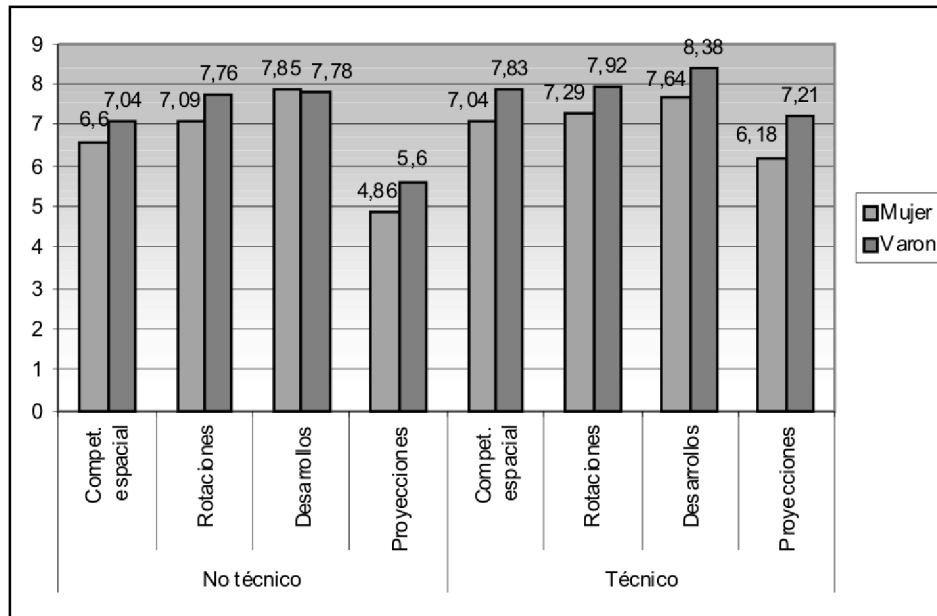
La ventaja de los varones en las tareas de rotación puede deberse a las diferencias por sexo en cuanto a las estrategias usadas. Algunos trabajos (Shepard y Cooper, 1986; Shepard y Metzler, 1971) sugieren que esta habilidad se halla gobernada por un proceso semejante a una gestalt, un proceso cognitivo que se corresponde con la rotación física y que corresponde a las estrategias globales, que predominan en los varones; en cambio las mujeres prefieren las estrategias analíticas, por ejemplo la observación y comparación rasgo por rasgo, que no pueden usarse en los ítems de rotación. Sin embargo, en las proyecciones, que requieren el uso combinado de estrategias globales y analíticas, la ventaja de los varones es más marcada.

Si se consideran conjuntamente ambas variables independientes –sexo y nivel medio de procedencia- (Ver Tabla 7), se observa que las diferencias entre varones y mujeres sólo son significativas en el caso de los alumnos que provienen de escuelas no técnicas, a favor de los varones, tanto en el puntaje total [$F(1, 522) = 4.77$; $p < .03$], como en las habilidades de rotación [$F(1, 522) = 3.96$; $p < .05$] y de proyecciones [$F(1, 522) = 5.70$; $p < .02$], mientras que en el grupo que proviene de escuela técnica no hay diferencias significativas.

Tabla 7. Descriptivos de competencia espacial por sexo y nivel medio de procedencia

Nivel Medio			N	Media	Desvío típico
No técnico	Compet. espacial	Mujer	365	6,60	2,42
		Varón	159	7,04	2,50
		Total	524	6,74	2,46
	Rotaciones	Mujer	365	7,09	3,32
		Varón	159	7,76	3,32
		Total	524	7,31	3,26
	Desarrollos	Mujer	365	7,85	2,61
		Varón	159	7,78	2,88
		Total	524	7,82	2,70
	Proyecciones	Mujer	365	4,86	3,72
		Varón	159	5,60	3,80
		Total	524	5,10	3,76
Técnico	Compet. espacial	Mujer	36	7,04	2,21
		Varón	55	7,83	2,09
		Total	91	7,54	2,16
	Rotaciones	Mujer	36	7,29	3,35
		Varón	55	7,92	3,42
		Total	91	7,68	3,39
	Desarrollos	Mujer	36	7,64	2,31
		Varón	55	8,38	2,29
		Total	91	8,10	2,29
	Proyecciones	Mujer	36	6,18	3,94
		Varón	55	7,21	2,95
		Total	91	6,82	3,37

Figura 8: Competencia espacial por sexo y nivel medio de procedencia



Conclusiones y discusión

El análisis de los datos muestra la validez y confiabilidad de la prueba usada para evaluar a los ingresantes a las carreras de Arquitectura y Diseño en las habilidades de rotación, desarrollo de volúmenes y proyecciones, las que se distinguen como factores diversos dentro de la prueba. Se ha hallado que esta última habilidad es la que presenta el mayor nivel de dificultad, lo que puede relacionarse con el tipo de estrategias requeridas para el desempeño en tareas de esta naturaleza.

Cabe observar que la media de competencia espacial es de 6.85 ($D.S = 2.46$), con el 35% de los sujetos por debajo de los 6 puntos y 40% con un puntaje igual o mayor a 8.33; es decir que la prueba resulta de una dificultad moderada y este resultado aparece un tanto sorprendente, pues durante el desarrollo de las clases los alumnos evidencian dificultades en los ejercicios que requieren visualización. Esta discrepancia podría deberse a que en los ítems propuestos, las transformaciones deben ser percibidas pero no construidas; por lo que se prevé una nueva exploración, con ejercicios que exijan la construcción de la solución.

Los componentes que contribuyen a la dificultad de resolver problemas de proyecciones son (Kramer, 1995): número de superficies (complejidad global) en la proyección y en la figura –este aspecto es el que más aporta a la

dificultad-, visualización de partes ocultas (visualización, cantidad de información a visualizar) y reorientación mental de las figuras en el espacio (orientación) –este es el segundo aspecto que agrega dificultad: el tipo de vistas-. La resolución de proyecciones no depende tanto del análisis lógico cuanto de la habilidad espacial de visualizar.

En efecto, en el ítem diez (Ver Figura 3), que resultó el más difícil, el error más frecuente entre los sujetos que lograban una resolución casi completa fue la identificación de uno de los planos triangulares como existente en todas las proyecciones ortogonales, sin advertir que en una de ellas dicho plano se veía como una línea y que el triángulo era una porción de otro plano. En este ítem se requiere el empleo de una estrategia constructiva.

Entre los ítems de desarrollo, el que tuvo el menor porcentaje de respuestas acertadas fue el 8 (Ver Figura 2), lo que hemos atribuido a un doble motivo: por una parte la exigencia de aplicar una estrategia más compleja, pues el reconocimiento del objeto correspondiente al volumen desplegado exige una rotación; por otra parte en este ítem el objeto presentado no es familiar –en los otros tres casos se puede asimilar los objetos a una casa, una caja o un cubo- y no tiene color. Estas diferencias pueden funcionar como obstáculos cognitivos.

La ventaja observada en competencia espacial a favor de los alumnos que proceden de colegio técnico puede parecer obvia, sin embargo en este grupo sólo un 50% revela utilizar estrategias constructivas, más allá de la mera aplicación de procedimientos aprendidos en la escuela media, lo que sugiere la necesidad de un cambio metodológico en la enseñanza de contenidos referidos al dominio del espacio, que promueva estrategias de construcción y descubrimiento en vez de centrarse en el mero dominio de procedimientos.

Por otra parte, se confirman los hallazgos de otras investigaciones en cuanto a las diferencias entre mujeres y varones en competencia espacial, con una ventaja más marcada para el caso de las tareas de proyecciones. Sin embargo dicha diferencia se da sólo para el caso de los alumnos que provienen de escuelas no técnicas, lo que permite inferir que la práctica en tareas que requieren habilidad espacial permite cerrar la brecha a favor de las mujeres. Este dato tiene consecuencias pedagógicas y sociales importantes; en el primer aspecto implica la necesidad de integrar en el currículo de la escuela media, contenidos y actividades que favorezcan el desarrollo de la competencia espacial. En cuanto al aspecto de las consecuencias sociales, debe tomarse en cuenta que hay un crecimiento sostenido de la matrícula femenina en carreras técnicas, a pesar de lo cual los estereotipos de género pueden constituir un obstáculo para el desempeño de las mujeres, al generar atribuciones negativas respecto de las causas de los resultados académicos y, en consecuencia, disminución de la convicción de auto-eficacia.

Por último, cabría considerar la necesidad de prestar atención al desarrollo de las habilidades implicadas en la inteligencia espacial, a través de toda la etapa de escolarización, superando un enfoque de sesgo racionalista, que privilegia los aspectos lógico-discursivos en el que subyace una concepción antropológica reductiva que deja en la sombra la íntima imbricación de razonamiento y representaciones sensibles, pensamiento e imagen, a través de todo el proceso de conocimiento y no sólo en el punto de partida.

Referencias Bibliográfica:

- Abercrombie, M. L. J., Hunt, S. y Stringer, P. (1969). *Selection and academic performance of students in a university school of architecture*. London: Society for Research in Higher Education.
- Bennett G. K., Seashore H. G. y Wesman, A. G. (1947) *Differential aptitude tests*. The Psychological Corporation: N.York.
- Bligh, D.A., Jaques, D. y Piper, D. W. (1980) *Méthodes et techniques dans l'enseignement postsecondaire*. París : UNESCO.
- Boakes, N. J. (2009). Origami instruction in the middle school mathematics classroom: Its impact on spatial visualization and geometry knowledge of students. *Research in Middle Level Education online*. RMLE. 32(7), 1-12
- Bodner, G. M. y Guay, R. B. (1997). The Purdue Visualization of Rotations Test, *The Chemical Educator*. 2(4), 1-17.
- Chan, D. W. (2008) Assessing visual-spatial talents: the use of the impossible figures task with chinese students in Hong Kong. *High Ability Studies*. 19(2), 173-187.
- Ebel, R. L. y Frisbie, D. A. (1986). *Essentials of education measurement*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Garfias, A. O. (2006). Metodología para la enseñanza del espacio arquitectónico, *Pharos*, 13(1), 77-131.
- Gould, .E. M. y McComisky, J.G. (1958). Attainment on leaving certificate and academic performance at university. *British Journal of Educational Psychology*. 28(2) 129-34
- Guilford, J. P. (1969). *The nature of human intelligence*. New York: McCraw-Hill.
- Heil, M., Jansen-Osmann, P. (2008). Sex differences in mental rotation with polygons of different complexity: Do men utilize holistic processes whereas women prefer piecemeal ones? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(5), 683-689.

- Hirnstain, M., Bayer, U. y Hausmann, M. (2009). Sex-specific response strategies in mental rotation. *Learning and Individual Differences*, 19, 225-228
- Koch, D. (2006) *The effects of solid modeling and visualization in technical problem solving*. Virginia Polytechnic Institute. Blacksburg, 1-95.
- Kramer, G. A. (1995 April). *A Cross-validation of the design components influencing the difficulty of orthographic-projection spatial-ability items*. Paper presented at the annual meeting of the national council on measurement in education. San Francisco, CA, 18-22.
- Lajoie, S. P. (2003). Individual differences in spatial ability: Developing technologies to increase strategy awareness and skills. *Educational Psychologist*, 38(2), 115-125.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature* (Tech. Rep. 9). Stanford, CA: Stanford University, School of Education.
- Lohman, D. F. (1985). *Dimensions of individual differences in spatial Abilities*. Technical report. Paper for NATO advanced study institute in cognition and motivation, Athens.
- Michael, W., Zimmerman, W. S. y Guilford, J. P. (1951). An investigation of the nature of the spatial-relations and visualization factors in two high school samples. *Educational and Psychological Measurement*. 11, 561-577.
- Mohler, J. L. (2008). A review of spatial ability research. *Engineering design graphics Journal*, 3 (72), 19-30.
- Quinn, P. C. y Liben, L. S. (2008). A Sex difference in mental rotation in young infants. *Psychological Science*, 19(11), 1067-1070.
- Roberts, A. S. (2007). Predictors of future performance in architectural design education. *Educational Psychology*, 27(4), 447-463.
- Saorín P. J. L., Navarro T. R. y Martín Dorta, N. (2005) *Efecto de los programas de las asignaturas de expresión gráfica en el desarrollo de la visión y habilidades espaciales de los alumnos de carreras técnicas en la Universidad de la Laguna* 16 Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Sevilla: Universidad de la Laguna.
- Shepard, R.N. y Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972) 701-703.
- Shepard, R.N. y Cooper, L.A. (1986). *Mental images and their transformations*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sjölander, M. (1998). Spatial cognition and environmental descriptions. *Towards*

Componentes de la competencia espacial

a framework for design and evaluation of navigation in electronic spaces, Cap. 4. Obtenido de Swedlsh Institute of Computer Scince. (SICS). Página web <http://www.sics.se/humle/projects/persona/web/liittsurvey/ch4.pdf>)

Smith, M. E. (2009, 5 de enero). *The correlation between a Pre-engineering student's spatial ability and achievement in an electronics fundamentals course*. Obtenido de Utah State University página web <http://digitalcommons.usu.edu/etd/254>

Strong, S., y Smith, R. (2001). Spatial visualization: Fundamentals and trends in engineering graphics. *Journal of Industrial technology*, 18(1), 2-6.

Voyer, D., Voyer, S. y Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*. 117, 250-270.