

RAZONAMIENTO ESPACIAL Y RENDIMIENTO ACADÉMICO

SPATIAL REASONING AND ACADEMIC ACHIEVEMENT

STELLA MARIS VÁZQUEZ* Y MARIANELA NORIEGA BIGGIO**

*Doctora en Filosofía, Profesora de Pedagogía y Bachiller en Teología. Miembro de la Carrera del Investigador Científico del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Directora del Departamento de Filosofía de la Educación del Centro de Investigaciones en Antropología Filosófica y Cultural (CIAFIC) y Profesora a cargo de la Cátedra de Dibujo del Ciclo Básico Común (CBC) en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (UBA). E-Mail: stellavazquez@gmail.com

**Arquitecta y MA en Tecnología y Metodología de la Formación en Red. Personal de Apoyo del Centro de Investigaciones en Antropología Filosófica y Cultural (CIAFIC) y Docente de la Cátedra de Dibujo del Ciclo Básico Común (CBC) en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (UBA). E-Mail: marianelanoriega@gmail.com

Centro de Investigaciones en Antropología Filosófica y Cultural (CIAFIC).

Avda. Federico Lacroze 2100 - (C1426CPS) Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina.

Las autoras agradecen la colaboración del Equipo de Investigación de la Cátedra de Dibujo a cargo de la Arq. Stella Maris García, del CBC de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (UBA), a cuyo cargo estuvo la administración, corrección y volcado de datos de las pruebas y evaluación y calificaciones del grupo estudiado. Integrantes del equipo:

Arquitectos Carlos Barone, Mariana Basiglio, Laura Oliva y Cecilia Rozenberg y los diseñadores Leonardo Diez, Malena Pasin y Leticia Saad.

RESUMEN

Se presentan los resultados de una investigación cuyos objetivos fueron evaluar los siguientes puntos: (a) el nivel de *razonamiento espacial* en alumnos del Ciclo Básico Común (CBC) de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires (UBA), (b) la relación entre *razonamiento espacial* y *rendimiento académico*, (c) la relación entre *razonamiento espacial* y *educación media de origen*, (d) el progreso en *razonamiento espacial* al finalizar el CBC y (e) las posibles diferencias en *razonamiento espacial* y en *rendimiento académico* según sexo.

La muestra estuvo compuesta por 596 alumnos que cursaban la materia Dibujo.

Se usó un diseño cuasi-experimental de clases intactas, con pre y post-test.

Resultaron diferencias significativas en el nivel de *razonamiento espacial* entre el comienzo y el final del CBC, consideradas como un efecto de la enseñanza. Los varones superaron a las mujeres en capacidad de *razonamiento espacial*. Las mujeres registraron una menor tasa de deserción, mayor incremento en los puntajes de *razonamiento espacial* post-test y en el *rendimiento final*, que se interpretan en relación con el rol del esfuerzo. El *rendimiento* de la primera parte del año, en combinación con el ni-

vel de razonamiento espacial en el momento del ingreso, permitió predecir el 60% del resultado final. Se verifican diferencias en razonamiento espacial y en los índices de deserción en relación con la variable Carrera.

Palabras clave: Razonamiento espacial; Rendimiento académico; Educación superior; Diferencias por sexo.

ABSTRACT

The paper reports an enquiry aimed at: (1) assessing the *spatial reasoning* level reached by students admitted to the university entrance course at the Architecture, Design and Urban Planning School of the University of Buenos Aires, (2) examining the relation between spatial reasoning and *academic achievement*, (3) exploring the relation between spatial reasoning and secondary schooling, (4) evaluating spatial reasoning progress at the end of the course, and (5) ascertaining possible *gender - related differences* in spatial reasoning and academic achievement.

Current literature is reviewed, focusing on the concept of spatial reasoning, the skills involved, gender - related differences and academic achievement, with special reference to technology studies. Two prevailing trends are identified: the factorial approach and cognitive. Explanations of male spatial skills advantage stress biological or environmental aspects or a combination of both.

Students' poor spatial reasoning performance at the start of university highlights the need to develop spatial competence at the lower levels of schooling, particularly in secondary school, within an integral education approach. This would encompass all the essential dimensions of the human being, rather than concentrate on disembodied rationality.

Research points to mental visualisation and graphic communication abilities as necessary components of drawing and design. Training in object manipulation, block building and the sketching of observed objects has been found to enhance performance in activities specifically related to the contents taught, although transfer to test situations would seem harder to accomplish. Spatial skills training should, therefore, become

part of university curriculum, especially in the case of technology courses.

The sample was made up of 596 students enrolled in the Drawing Course. A quasi-experimental pre-test post-test intact group design was used and the results were linked to gender-related attribution patterns. Students' initially low spatial reasoning level would point to secondary schooling shortcomings. Significant differences in spatial reasoning level have been observed between the beginning and the end of the course, which might be ascribed to instructional intervention, consistently with research findings on the effects of training on spatial reasoning ability. Results for the whole sample reveal that male subjects scored higher on spatial reasoning ability, but no significant gender-related differences have been detected in the case of subjects with a technologically oriented secondary education. This might be associated with gender-based differences concerning the role of specific training. Drop-out rates were lower among women, who, together with higher post-test score increases and final achievement scores would point to the part played by effort in compensating for skills deficits. Female subjects would appear to make better use of the instruction received.

Spatial reasoning has been found to be a good predictor of achievement, with initial spatial reasoning level combined with first semester achievement predicting 60% of the final achievement scores. Academic achievement levels were lower than spatial reasoning ones, especially in the first test. The gap narrowed in the second, which suggests that students learned to use their ability to better advantage during the course. It is concluded that the spatial reasoning capacity of students newly admitted to university may be characterised as limited, which might pose a major hurdle to the completion of technology entrance courses. *Secondary schooling* should be redefined in terms of the relationship between spatial skills and the capacity to assign representational content to conceptual knowledge, which is required for the latter to become fully possessed and transferable. Far from being restricted to the sphere of technical performance, the need to integrate the conceived and the perceived is rooted in the very nature of human knowledge.

A relation has been identified between differences in spatial reasoning and drop-out rates,

Razonamiento espacial y rendimiento académico

on the one hand, and degree course choice, on the other.

Key words: Spatial reasoning; Academic achievement; Higher education; Gender - related differences.

EL CONCEPTO DE RAZONAMIENTO ESPACIAL

La investigación en torno al tema del razonamiento espacial reconoce dos vertientes, la primera de ellas corresponde a los enfoques psicométricos y factoriales de mediados del Siglo XX, que se centran en la exploración de la estructura de lo que llaman *inteligencia espacial*. La segunda vertiente se inscribe dentro de la orientación cognitivista, cuyo foco de interés está puesto en los procesos de resolución de diversas tareas espaciales como así también en las diferencias relacionadas con factores tales como el sexo, la cultura, la educación y en su relación con el desempeño en diversas áreas académicas. En ambos enfoques, una cuestión de base es la conceptualización de este tipo de razonamiento y su lugar dentro de una teoría de la inteligencia.

De la primera mitad del Siglo XX son clásicas, por una parte la concepción de la inteligencia como un factor único (Spearman, 1927) y por otra, la de Thurstone (1938) que distingue siete habilidades mentales primarias: numérica, de razonamiento deductivo, comprensión verbal, fluencia verbal, visualización espacial, velocidad perceptiva y de memoria.

Hacia fines del siglo, Gardner (1983, 1987) distingue por lo menos siete tipos de inteligencias: lingüística, lógico-matemática, musical, espacial, kinestésica, interpersonal e intrapersonal, que otros autores (Morgan, 1996) reconceptualizan en términos de estilos de pensamiento. Define a la *inteligencia espacial* como la habilidad de percibir con precisión el mundo visual, transformar y modificar percepciones y recrear experiencias visuales en ausencia de estímulos físicos (Gardner, 1998).

A partir de la década de 1970 distintos estudios plantean la necesidad de una definición operacional de la inteligencia (o aptitud) espacial. A pesar de que no hay acuerdo total en cuanto a la definición del concepto, a partir de los numerosos trabajos que se han ocupado del tema, algunos autores (Linn & Petersen, 1985) caracterizan a la *competencia espacial* como la capacidad de representar, generar, recordar y transformar información simbólica no lingüística, que puede agruparse en tres categorías:

1.- *Percepción espacial*: Se refiere a la capacidad de ubicar, orientarse y hallar la referencia a la línea horizontal (por ejemplo, en las pruebas con recipientes que contienen líquido, anticipar la línea de éste cuando se incline el recipiente). En general, las tareas de percepción espacial requieren usar el punto de gravedad, la vertical y en este caso, las estrategias más exitosas son las que recurren a indicadores gravitacionales y kinestésicos, más que a índices simplemente visuales.

2.- *Rotación mental*: Alude a la capacidad de girar mentalmente objetos bidimensionales o tridimensionales en bloque. Algunos autores (Shepard & Cooper, 1986; Shepard & 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.

3.- *Visualización*: Es uno de los constructos mejor definidos en la literatura sobre el tema. Lohman (1979, 1985) 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 en dos o tres dimensiones, a partir de un estímulo visual, o 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). La visualización no debe confundirse con la memoria visual, que es una forma estática o reproductiva de visualización (Michael, Zimmerman & Guilford, 1951), mientras que el factor llamado *manipulación visual*, o simplemente *visualización*, es dinámico y requerido para la resolución de tareas que exigen mover, rotar o invertir mentalmente uno o más objetos.

Más recientemente, otros autores (Allen, 2003) distinguen entre habilidades referidas a la percepción estática, que no requieren manipulación mental (por ejemplo, velocidad de cierre, flexibilidad y escaneo espacial) y habilidades de percepción dinámica, que demandan el ensamblado mental o la rotación.

LA MEDICIÓN DEL RAZONAMIENTO ESPACIAL

El estudio de la llamada *inteligencia espacial* implicó el desarrollo de pruebas de evaluación de las habilidades que la integran. Friedman (1995) clasifica las pruebas existentes en:

1.- *Pruebas de orientación*: Evalúan la capacidad de imaginar transformaciones simples y rígidas de los objetos tomados como un todo, ya sea en el plano, como por ejemplo, los tests de rotación de cartas y de banderas de Thurstone o en el espacio, como la prueba MRT (*The Mental Rotations Test* - Vandenberg & Kuse, 1978) en la cual cada ítem de los 24 que la integran está formado por cinco figuras

de bloques tridimensionales; la primera de ellas debe ser comparada con las otras cuatro a fin de decidir cuáles son la misma figura (es decir, versiones rotadas de la primera) y cuáles no lo son.

2.- *Pruebas de visualización*:

a.- *Pruebas de visualización bidimensional*: En ellas deben moverse piezas en un tablero para formar el objeto total (rompecabezas) o bien encontrar figuras ocultas.

b.- *Pruebas de visualización tridimensional*: Son pruebas de desarrollo de superficies (como en el caso del sub-test de relaciones espaciales del DAT), de plegado de papel (el sujeto debe identificar la imagen desplegada) y de identificación de un sólido cortado por planos en varios ángulos.

La prueba de visualización espacial (PS-VT - *Purdue Spatial Visualization Test*) de Guay (Bodner & Guay, 1997) evalúa tres tipos de sub-habilidades, en tres sub-escalas de 30 ítems cada una: (a) de desarrollos, en la que se presentan objetos tridimensionales de los que uno de ellos corresponde a un desarrollo en el plano, (b) de rotaciones de objetos tridimensionales, con ítems de complejidad creciente, cuya resolución requiere una o más rotaciones mentales y (c) de vistas de objetos desde distintas posiciones. No se encontraron trabajos con población argentina que hayan aplicado alguna de estas pruebas.

RAZONAMIENTO ESPACIAL Y SEXO

La mayoría de las investigaciones dedicadas a este tópico encontraron diferencias que favorecen a los varones. Sin embargo, una mirada más detallada de estas diferencias indica que las mismas no se extienden a todas las dimensiones del razonamiento espacial y por otra parte, hay interacciones con variables tales como la edad y el nivel socioeconómico. Así por ejemplo, se ha in-

Razonamiento espacial y rendimiento académico

formado que en edades bajas estas diferencias no existen o son mínimas, pero crecen con la edad (Geiser, Lehmann & Eid, 2008; Voyer, D., Voyer, S. & Bryden, 1995). Asimismo, los varones de nivel socioeconómico medio y alto aventajan a las mujeres del mismo nivel en tareas de rotación mental (Levine et al., 2005), diferencia que no se registra en el nivel socioeconómico bajo, lo que apoya la tesis del origen socioambiental de estas diferencias, relacionada con el tipo de actividad a la que se habitúa a los niños desde edades tempranas. Esto crea una especie de círculo vicioso, pues las atribuciones negativas de las mujeres en cuanto a su nivel en este tipo de razonamiento, contribuyen a que sus opciones excluyan disciplinas o carreras que lo requieren (Levine et al., 2005). Esto sugiere la necesidad de promover las actividades espaciales en las mujeres, de modo que las experiencias de éxito modifiquen el juicio sobre la propia habilidad.

Pero la antedicha interpretación no puede tomarse como exclusiva, pues la tesis del origen biológico de esas diferencias tiene cada vez más espacio en los estudios actuales que indican un desarrollo mayor del hemisferio derecho en los varones, en tanto que en la mujer se observaría actividad cerebral bilateral (Turos & Ervin, 2000), lo que se halla relacionado con los procesos atencionales, que están gobernados por el lóbulo parietal derecho, y el desempeño exitoso en las tareas de rotación exige, precisamente, flexibilidad en la atención, es decir la capacidad de cambiar el foco de modo alternado (Feng, Spence & Pratt, 2007).

La posición con más vigencia en la actualidad es la de una interacción biológico-ambiental (Quaiser-Pohl & Lehmann, 2002).

EL RAZONAMIENTO ESPACIAL Y EL DESEMPEÑO ACADÉMICO

De acuerdo con los objetivos del estudio realizado, interesaban particularmente las investigaciones que han explorado empíricamente la relación entre el constructo *razonamiento espacial* y el desempeño en carreras

técnicas, y en particular, en las disciplinas que exigen el dibujo y el diseño. Hay evidencia (Zavotka, 1986) de que la habilidad de visualizar mentalmente y de comunicar gráficamente lo que se conceptualiza son componentes necesarios en el dibujo y el diseño y que el entrenamiento en actividades de manipulación de objetos, construcción con bloques y esquematización de objetos observados, mejora el rendimiento en dichas áreas (Alias, Black & Gray, 2002). Esta mejoría se verifica sobre todo en el desempeño en actividades ligadas específicamente a los contenidos enseñados, pero parece más difícil de transferir al desempeño en las situaciones planteadas por tests. Se concluye que el entrenamiento en habilidades espaciales debe formar parte del curriculum universitario, sobre todo en las carreras técnicas.

El razonamiento espacial está relacionado con el éxito en Matemática y en Ciencias (Delgado & Prieto, 2004; Govier & Feldman, 1999), así como con la elección de dichos cursos.

Las habilidades espaciales se han mostrado como un elemento crítico para el desempeño en la Carrera de Diseño de Indumentaria, en la que el pensamiento visoespacial es necesario para el proceso creativo en las tareas de los diseñadores (Khoza & Workman, 2009). Otros estudios (Potter et al., 2009) observan que los estudiantes que obtienen puntajes bajos en pruebas que evalúan la percepción espacial tridimensional son estudiantes en riesgo en los cursos de Dibujo, pero pueden mejorar su desempeño a través del entrenamiento específico en tareas de visualización.

En particular, el nivel de razonamiento espacial que puede verificarse en el momento del ingreso a la universidad, se ha mostrado como una importante variable predictora del rendimiento en carreras técnicas, como Ingeniería (Potter, Van der Merwe, Kaufman & Delacour, 2006), y también se ha señalado que esta habilidad no es fija, sino que puede incrementarse significativamente a través de un entrenamiento adecuado (Potter, 1991; Potter, Van der Merwe & Kemp, 1987). Un resultado interesante de los trabajos de estos

autores es que las mujeres, que son quienes tienen un desempeño más pobre en razonamiento espacial, acuden a una serie de estrategias para superar sus dificultades, entre las que se cuentan la búsqueda de ayuda de pares y en particular, de compañeros más adelantados, el uso de una red de estudio como sistema de soporte, en vez de consultar al docente. Los alumnos con menor rendimiento fueron los que no buscaban ayuda y no habían tenido cursos de Dibujo en la escuela media.

La relación de la habilidad espacial con el rendimiento en Matemática ha sido ampliamente estudiada. Manger y Eikeland (1998) encontraron que esta relación es particularmente pronunciada en los niveles escolares más altos y cuando la tarea es nueva, no estructurada o muy complicada. En estas situaciones, son los varones los que más acuden a procesos de representación viso-espacial (Kaufman, 1990). Además, cuando se controla esta variable, desaparece la diferencia en el desempeño en Matemática entre los sexos.

OBJETIVOS

Los objetivos del trabajo que se informa fueron los siguientes: (a) evaluar el nivel de razonamiento espacial en el inicio y finalización del Ciclo Básico Común (CBC) en alumnos de las carreras de Arquitectura, Diseño Gráfico, Diseño Industrial, Diseño de Indumentaria y Textil, Diseño de Imagen y Sonido y Perito Calígrafo, (b) explorar la relación entre el razonamiento espacial y el rendimiento académico, la deserción y la educación media de origen y (c) evaluar las posibles diferencias en razonamiento espacial y en rendimiento académico según sexo y carrera.

MÉTODO

LA MUESTRA

La muestra estuvo compuesta por 596 alumnos ingresantes a las carreras de la Fa-

cultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo y a la Carrera de Calígrafo Público (Perito Calígrafo) de la Universidad de Buenos Aires (UBA). El trabajo se desarrolló en una de las cátedras de Dibujo y estuvo a cargo de 10 docentes. La muestra pertenece a las cohortes de los años 2008 y 2009.

El 67% de la muestra estuvo integrado por mujeres, proporción consistente con la composición de la población del CBC de la facultad y el promedio de edad fue igual a 18.92 años ($DE = 2.56$; rango = 17 - 40).

INSTRUMENTO Y VARIABLES ESTUDIADAS

Para la evaluación del nivel de razonamiento espacial se usó la prueba de competencia imaginativa (Rapetti & Difabio, 2003). Es una prueba de lápiz y papel que incluye ejercicios de visualización, perspectiva, reconocimiento de cuerpos desplegados, rotaciones bidimensionales y enumeración de elementos no visibles. Se seleccionó esta prueba porque fue validada para población argentina, es relativamente breve y resultaba adecuada a las exigencias del procedimiento seguido, ya que no se contó con tiempo fuera de los horarios de clase.

Consta de 12 ítems, cinco son de rotaciones bidimensionales, uno requiere el armado mental de un cubo desarrollado en el plano, cuatro exigen contar partes no visibles que deben imaginarse, un ítem es de perspectiva, exige ubicarse mentalmente en distintos puntos del espacio e identificar las vistas correctas entre varias opciones y un ítem que es de reconocimiento de formas de un esquema, contemplando todas las combinaciones posibles a través de rotaciones en el plano.

El análisis de las cualidades psicométricas informado por las autoras muestra que la prueba es confiable y tiene validez de constructo. En trabajos previos con la misma muestra utilizada para este trabajo (Vázquez & Noriega, 2010) se comprobó la confiabilidad y validez para población universitaria. El análisis factorial de los ítems arrojó una solución bifactorial en la que el Factor 1

Razonamiento espacial y rendimiento académico

agrupa los ítemes que evalúan rotación global, desarrollos y vistas; en tanto que el Factor 2 corresponde a los ítemes de visualización, cuya resolución requiere varios pasos y en algunos casos, usar más de una estrategia. Los factores tienen medias con diferencias significativas a favor del Factor 2. En concordancia con otros estudios sobre el tema, las tareas agrupadas en el Factor 2 resultan significativamente más fáciles, ya sea porque se trabaja en el plano, ya porque no se requiere una secuencia compleja de estrategias de resolución.

El análisis del nivel de dificultad arrojó un índice medio de .61, es decir que se trata de una prueba de dificultad moderada.

Para la evaluación de la variable Rendimiento académico se recogieron las calificaciones de mitad y fin de año y el promedio de ambas. Los valores de la variable están entre 0 y 10.

Para estudiar la variable Razonamiento espacial, los puntajes obtenidos en la prueba se convirtieron a escala 10 y se la consideró como una variable continua y para los análisis de variancia fue transformada en variable categórica con tres niveles de desempeño: alto (7.27 a 10 puntos), medio (5.45 a 6.36 puntos) y bajo (0 a 4.55 puntos). Los rangos en cada categoría corresponden a los puntajes que se verifican en la muestra, por eso son discontinuos.

En el protocolo del Test de Razonamiento Espacial se solicitó información acerca de la edad, el sexo, el colegio secundario de origen y la carrera elegida.

DISEÑO Y PROCEDIMIENTO

Se usó un diseño cuasi-experimental de clases intactas, con pre y post-test, tomados en la primera y última semana de clases respectivamente, en el contexto natural del aula, por los docentes a cargo de cada una de las comisiones que integraban la muestra.

Para el tratamiento de los datos se realizaron análisis de correlación (coeficiente de correlación de Pearson), con la finalidad de hacer una exploración previa de los mismos;

análisis de variancia, con el razonamiento espacial y el rendimiento académico como variables dependientes y el sexo, la escuela media de origen y el tipo de carrera, como factores; análisis de regresión múltiple, para ver en qué medida los factores de razonamiento espacial y rendimiento del primer semestre permitían predecir el rendimiento final, y *prueba t* para muestras relacionadas, para evaluar el efecto del proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la materia Dibujo sobre el razonamiento espacial y la diferencia entre el rendimiento del primer semestre y el rendimiento final. En todos los casos se verificaron las condiciones que permitían realizar pruebas paramétricas.

RESULTADOS

RENDIMIENTO ACADÉMICO Y RAZONAMIENTO ESPACIAL

Se hizo un análisis de variancia (ANOVA) tomando como variables dependientes las calificaciones de mitad y de fin de año y como factor, los niveles de Razonamiento espacial obtenidos a partir de los puntajes del pre-test y post-test.

Se hallaron diferencias significativas en Rendimiento académico entre cada uno de los niveles de Razonamiento espacial, tanto tomando como factor el pre-test [$F(2, 491) = 51.47; p < .001$ para las notas de julio y final $F(2, 400) = 27.6; p < .001$], como el post-test [$F(2, 213) = 15.41; p < .001$ para las notas de julio y final $F(2, 212) = 19.09; p < .001$] (ver Figura 1).

Un análisis de regresión múltiple permite mostrar que el puntaje de Razonamiento espacial en la prueba diagnóstica y la calificación obtenida en el primer semestre [$F(2, 399) = 289.17; p < .001$] explican casi el 60% de la variancia del Rendimiento académico final ($R^2 = .591$), por lo que ambos factores tomados conjuntamente se convierten en buenos predictores del desempeño final.

Se observó que el rendimiento final de los alumnos es paralelo a su capacidad de Razo-

namiento espacial en el momento del ingreso y también que el puntaje obtenido en este último, tal como es evaluado en el comienzo del CBC, está por encima del rendimiento final. Esa distancia, lejos de disminuir, se acentúa en las evaluaciones de fin de año.

Si no se tiene en cuenta la variable Carrera, no hay diferencias según sexo en el Rendimiento, a pesar de que los varones aventajan a las mujeres en Razonamiento espacial, tanto en la prueba diagnóstica [$F(1, 594) = 7.43; p < .01$] como en el post-test [$F(1, 215) = 6.70; p < .02$], lo que sería un indicio de que los varones se apoyan más en la habilidad que en el esfuerzo para sus logros académicos.

RAZONAMIENTO ESPACIAL Y DESERCIÓN

Se registra un 32% de deserción al final del CBC, sin diferencias significativas entre ambas cohortes. Por sexos, la tasa fue del 30% para las mujeres y del 37% para los varones.

Se verifica que hay relación significativa [$X^2(2) = 23.67; p < .001$] entre el nivel de Razonamiento espacial en el comienzo del CBC y la deserción, como también entre esta última y el Rendimiento académico del primer semestre [$F(1, 500) = 57.36; p < .001$] (Medias de Rendimiento académico: Continúa = 4.81; Abandonó = 3.18. Medias de Competencia espacial: Continúa = 6.18; Abandonó = 5.08).

También se observan diferencias por sexo en la tasa de permanencia a favor de las mujeres [$X^2(1) = 3,2; p < .05$] (Mujeres: Continúa = 70%, Abandonó = 30%; Varones: Continúa = 63%; Abandonó = 37%).

Lo que resulta más significativo es que en los niveles más bajos de Razonamiento espacial es mayor el porcentaje de varones que abandona, lo que puede interpretarse como una actitud de mayor perseverancia de las mujeres, a pesar de las dificultades (Deserción por niveles: Mujeres: Nivel 1 = 40%; Nivel 2 = 27.5%; Nivel 3 = 22.5%. Varones: Nivel 1 = 56.5%; Nivel 2 = 38%; Nivel 3 = 24%).

DIFERENCIAS EN RENDIMIENTO ACADÉMICO POR CARRERAS

La muestra estudiada estuvo compuesta por alumnos inscriptos en distintas carreras, ellas difieren en el nivel necesario de Razonamiento espacial y de Rendimiento académico.

No se verificaron diferencias significativas en el rendimiento entre carreras, a excepción de los alumnos de la Carrera de Arquitectura que aventajaron significativamente a los de Indumentaria, tanto en Razonamiento espacial [$F(5, 583) = 3.45; p < .005$], como en el rendimiento parcial [$F(5, 583) = 5.34; p < .01$] y final [$F(5, 399) = 6,03; p < .01$] (ver Figura 2). Esta diferencia puede interpretarse en relación con el perfil que se observa en los alumnos de ambas carreras, en cuanto a que los que pertenecían a Indumentaria eran alumnos con menor nivel de intereses académicos y más definidos por sus intereses práctico-profesionales. En la figura puede verse también que el rendimiento mejora en forma significativa en la segunda mitad del año, como lo muestra la prueba *t* para muestras relacionadas [$t(406) = -16,40; p < .001$], con incrementos en torno a 1(un) punto. Esta mejoría puede atribuirse al efecto del aprendizaje.

A fin de verificar si en estas relaciones interviene la variable Sexo, se hizo un análisis desagregado (Figura 3), observándose que las mujeres de las carreras de Arquitectura y Diseño Gráfico lograron un Rendimiento académico final superior a su nivel de Razonamiento espacial del punto de partida. En cambio, en los varones la mejoría en Razonamiento espacial no se refleja en el rendimiento (a pesar de que éste mejora entre la evaluación de mitad de año y la del final del año), lo que indica una distancia entre capacidad y desempeño, que debe hacerse notar a los alumnos, porque esto significa un déficit en el esfuerzo.

En correspondencia con las diferencias observadas por carreras en Razonamiento espacial y en Rendimiento académico, también son observadas en la tasa de deserción [$X^2(5) = 16.7; p < .05$] (ver Figura 4). La mayor tasa de retención se da en las carreras

de Arquitectura, Diseño Industrial y Perito Calígrafo, en tanto que la tasa de deserción más alta corresponde a Diseño de Indumentaria y Textil.

DIFERENCIAS EN RAZONAMIENTO ESPACIAL Y EN RENDIMIENTO ACADÉMICO POR TIPO DE ESCUELA MEDIA DE PROCEDENCIA Y POR SEXO

El análisis por tipo de escuela media de procedencia se hizo exclusivamente con la cohorte 2009.

Se hizo un análisis factorial de variancia para ver si se verificaban diferencias y si había interacción entre los factores, hallándose diferencias significativas por sexo en Razonamiento espacial, a favor de los varones [$F(1) = 7,42; p < .01$], pero no por tipo de escuela media de procedencia. Se verificó una interacción [Mujeres (No técnico = 5.5; Técnico = 5.91); Varones (No técnico = 6.46; Técnico = 6.09)] entre ambos factores [$F(1) = 3,26; p < .03$], porque las mujeres que proceden de escuelas medias comunes fueron quienes tienen el desempeño más bajo en Razonamiento espacial, en tanto que las mujeres que provienen de colegios técnicos no se diferenciaron significativamente de los varones del mismo tipo de escuela de procedencia. Este resultado puede interpretarse a la luz de investigaciones previas (Chan, 2007; Terlecki, Newcombe & Little, 2008), que refieren que el progreso que hacen las mujeres con un entrenamiento específico, es comparativamente mayor que el de los varones en las mismas condiciones. La interacción consiste en que tanto el Sexo como la Procedencia pesan (mujeres y escuela común, son dos condiciones negativas). Por otra parte, los varones que proceden de escuelas comunes superan a los de escuelas técnicas en Razonamiento espacial. Este resultado es un tanto desconcertante y podría pensarse en una suerte de selección natural, en el sentido de que los alumnos que, procediendo de escuela común, han elegido carreras técnicas, han tenido un perfil más definido, incluyendo su capacidad espacial. Por otra parte, en el caso de las mujeres, la elec-

ción temprana de una orientación técnica, teniendo en cuenta las atribuciones sociales del género, permitiría una interpretación análoga.

Las diferencias observadas en Razonamiento espacial por Sexo no se reflejan, sin embargo, en el Rendimiento (ver Figura 5), lo cual reafirma la interpretación hecha acerca del rol diferencial que juegan habilidad y esfuerzo en ambos sexos.

CONCLUSIONES

Se han observado diferencias significativas en el nivel de Razonamiento espacial entre el comienzo y el final del Ciclo Básico Común, que pueden ser consideradas como un efecto del aprendizaje. Este resultado avala los hallazgos de otras investigaciones referidas a la modificabilidad de esta capacidad por el entrenamiento. Si se considera el total de la muestra, hay diferencias significativas a favor de los varones, tanto en el pre-test como en el post-test. Sin embargo, el incremento en el puntaje en el último es mayor para las mujeres, aunque no llega a ser estadísticamente significativo.

Por otra parte, tomando en cuenta la variable escuela de procedencia se verificó que en el caso de las mujeres que proceden de escuela técnica, no hay diferencias significativas en competencia espacial con respecto a los varones de la misma procedencia, lo que reafirma la interpretación hecha a propósito del rol diferencial, por sexos, del entrenamiento específico.

Con respecto a la relación con el Rendimiento, se vio que el Razonamiento espacial es un buen predictor de éste, y que el rendimiento de la primera parte del año, en combinación con el nivel de Razonamiento espacial en el momento del ingreso, permite predecir el 60% del resultado final.

Los alumnos con menor puntaje en Razonamiento espacial y en Rendimiento son los de Diseño de Indumentaria y Textil, y en esa carrera el índice de deserción de los varones es del 100%. En cambio, el menor índice de deserción se encuentra en Arquitectura, que

también registra el mayor puntaje en Razonamiento espacial y en Rendimiento académico.

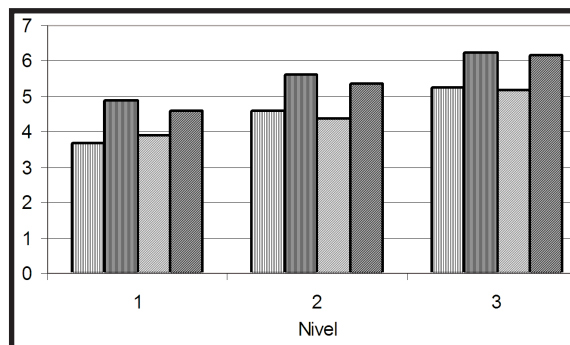
Los resultados juzgados como más interesantes son los que se refieren a la diferencia por sexos, ya que por una parte se ha confirmado la ventaja de los varones en el Razonamiento espacial, pero por otra, son las mujeres las que más aprovechan la enseñanza en este aspecto y además, compensan con esfuerzo el déficit en habilidad, lo que se refleja en el incremento en Rendimiento académico y en la tasa menor de deserción. En el desarrollo del trabajo se ha relacionado este resultado con los patrones de atribución diferenciados por sexo.

El Rendimiento académico queda siempre en un nivel más bajo que la capacidad de Razonamiento espacial, lo que es más notorio en la primera evaluación, en tanto que la distancia disminuye en la segunda evaluación, lo que permite afirmar que los alumnos aprenden a aprovechar mejor su capacidad a lo largo del desarrollo de las clases.

Por último, se debe señalar que los alumnos llegan a la universidad con una capaci-

dad de Razonamiento espacial que puede ser calificada como limitada (la media es de sólo 5.82 ($DE = 2.27$), el 35% no llega a resolver el 50% de los ítems y sólo el 22% tiene un nivel de aciertos superior al 72% de los ítems), lo que conlleva una fuerte valla para superar el ingreso a la universidad en carreras técnicas y exigiría un replanteo del tipo de enseñanza que reciben en el nivel medio, sobre todo si se tiene en cuenta que el dominio de las habilidades espaciales está ligado con la capacidad de dar un contenido representacional al saber conceptual que, sólo de este modo, llega a ser un conocimiento plenamente poseído y transferible, porque la exigencia de integrar lo conceptualizado con lo percibido no se limita al ámbito del desempeño técnico, sino que es propia del carácter del conocimiento humano en general. La limitación en la capacidad de Razonamiento espacial estaría indicando un déficit en el logro de una educación integral, que debe tomar en cuenta todas las dimensiones esenciales del hombre y no sólo la racionalidad abstracta, desprendida de la corporeidad.

FIGURA 1
PRE-TEST Y POST-TEST: RENDIMIENTO ACADÉMICO POR NIVELES DE RAZONAMIENTO ESPACIAL

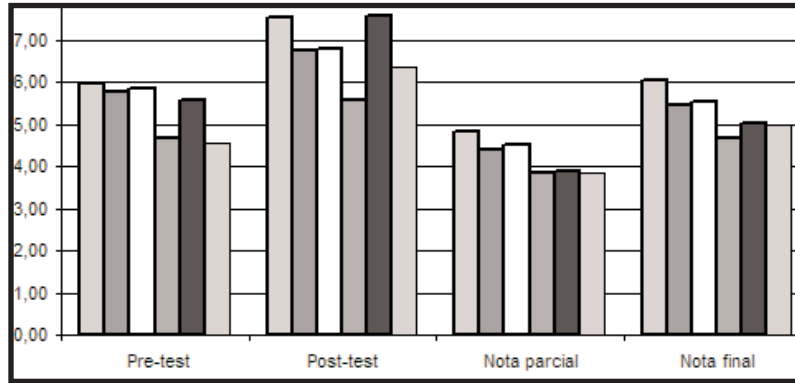


Notación:

- Factor: pre-test Nota parcial
- ▒ Factor: pre-test Nota final
- ▓ Factor: post-test Nota parcial
- Factor: post-test Nota final

Razonamiento espacial y rendimiento académico

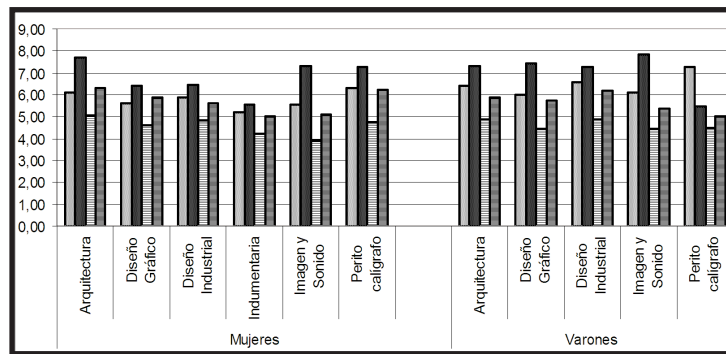
FIGURA 2
DIFERENCIAS EN RAZONAMIENTO ESPACIAL Y RENDIMIENTO ACADÉMICO POR CARRERAS



Notación:

- Arquitectura
- Diseño Gráfico
- Diseño Industrial
- Indumentaria
- Imagen y Sonido
- Perito Calígrafo

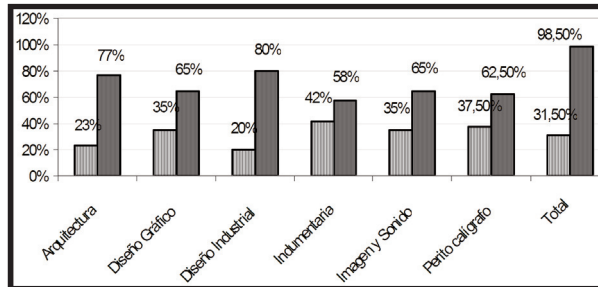
FIGURA 3
RELACIÓN ENTRE RAZONAMIENTO ESPACIAL Y RENDIMIENTO ACADÉMICO POR SEXO Y CARRERA



Notación:

- Pre-test
- Post-test
- ▨ Nota parcial
- ▩ Nota final

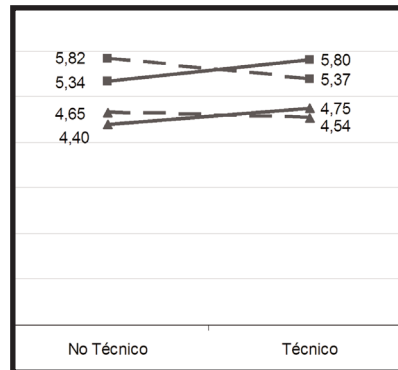
FIGURA 4
DESERCIÓN POR CARRERAS



Notación:

- Abandonó
- Continúa

FIGURA 5
RENDIMIENTO ACADÉMICO POR SEXO Y POR ESCUELA DE PROCEDENCIA



Notación:

- ▲ Nota parcial mujeres
- Nota final mujeres
- ▲ Nota parcial varones
- Nota final Varones

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alias, M., Black, T.R. & Gray, D.E. (2002). Effect of instructions on spatial visualization ability in civil engineering students. *International Education Journal*, 3(1), 1-12.
- Allen, G. (2003). Functional families of spatial abilities: Poor relations and rich prospects. *International Journal of Testing*, 3(3), 251-262.
- Bodner, G.M. & Guay, R.B. (1997). The Purdue Visualization of Rotations Test. *The Chemical Educator*, 2(4), 138-154.
- Chan, D. (2007). Gender differences in spatial ability: Relationship to spatial experience among Chinese gifted students in Hong Kong. *Roeper Review*, 29(4), 277-282.
- Delgado, A.R. & Prieto, G. (2004). Cognitive mediators and sex-related differences in mathematics. *Intelligence*, 32, 25-32.
- Feng, J., Spence, I. & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological Science*, 18(10), 850-855.
- Friedman, L. (1995). The space factor in mathematics: Gender differences. *Review of Educational Research*, 65(1), 22-50.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (1987). The theory of multiples intelligences. *Annals of Dyslexia*, 37, 19-35.
- Gardner, H. (1998). A multiplicity of intelligences. *Scientific American*, 9, 19-23.
- Geiser, C., Lehmann, W. & Eid, M. (2008). A note on sex differences in mental rotation in different age groups. *Intelligence*, 36(6), 556-563.
- Govier, E. & Feldman, J. (1999). Occupational choice and patterns of cognitive abilities. *British Journal of Psychology*, 90, 99-108.
- Guilford, J.P. (1969). *The nature of human intelligence*. New York: McCraw-Hill.
- Kaufmann, G. (1990). Imagery effects on problem solving. En P.J. Hampson, D.F. Marks & J.T.E. Richardson (Eds), *Imagery: Current developments*, (pp. 169-196). London: Routledge.
- Khoza, L. & Workman, J. (2009). Effects of culture and training on perceptual learning style and spatial task performance in apparel design. *Clothing & Textiles Research Journal*, 27(1), 62-79.
- Levine, S.C., Vasilyeva, M., Lourenco, S.F., Newcombe, N.S. & Huttenlocher, J. (2005). Socioeconomic status modifies the sex difference in spatial skill. *Psychological Science*, 16(11), 841-845.
- Linn, M.C. & Petersen, A.C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Lohman, D.F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature* (Tech. Rep. No. 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. Atenas.
- Manger, T. & Eikeland, O.J. (1998). The effects of spatial visualization and students' sex on mathematical achievement. *British Journal of Psychology*, 89(1), 17-26.
- Michael, W., Zimmerman, W.S. & 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.
- Morgan, H. (1996). An analysis of Gardner's theory of multiples intelligences. *Roeper Review*, 18(4), 263-270.
- Potter, C.S. (1991). Charting progress in large-scale innovation: Two case studies-part one: A longitudinal evaluation of curriculum development in a pre-university project. *Journal of Educational Evaluation*, 1(1), 30-59.
- Potter, C., Van der Merwe, E., Fridjhon, P., Kaufman, W., Delacour, J. & Mokone, M.

- (2009). Three dimensional spatial perception and academic performance in engineering graphics: A longitudinal investigation. *South African Journal of Psychology*, 39(1), 109-121.
- Potter, C., Van der Merwe, E., Kaufman, W. & Delacour, J. (2006). A longitudinal evaluative study of student difficulties with engineering graphics. *European Journal of Engineering Education*, 31(2), 201-214.
- Potter, C.S., Van der Merwe, E. & Kemp, A.R. (1987). Increasing pass rates in an engineering analysis and design course. *South African Journal of Higher Education*, 1(1), 91-98.
- Quaiser-Pohl, C. & Lehmann, W. (2002). Girls' spatial abilities - Charting the contributions of experience and attitudes in different academic groups. *British Journal of Educational Psychology*, 72, 245-260.
- Rapetti, V. & Difabio, H. (2003). Cualidades psicométricas de una prueba de competencia imaginativa [Psychometric properties of an imaginative competence test]. *Educación Matemática*, 1, 91-108.
- Shepard, R.N. & Cooper, L.A. (1986). *Mental images and their transformations*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Shepard, R.N. & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.
- Spearman, C. (1927). *Abilities of man*. New York: Macmillan.
- Terlecki, M.S., Newcombe, N. & Little, M. (2008). Durable and generalized effects of spatial experience on mental rotation: Gender differences in growth patterns. *Applied Cognitive Psychology*, 22(7), 996-1013.
- Thurstone, LL. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- Turos, J. & Ervin, A. (2000). Training and gender differences on a Web-based mental rotation task. *The Penn State Behrend Psychology Journal*, 4(2), 3-12.
- Vandenberg, S.C. & Kuse, A.R. (1978). Mental rotations: A group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 47, 599-604.
- Vázquez, S.M. & Noriega Biggio, M. (2010). *La capacidad de razonamiento espacial* [The capacity of spatial reasoning]. Trabajo presentado para su publicación.
- Voyer, D., Voyer, S. & Bryden, M.P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117, 250-270.
- Zavotka, S.L. (1986). Analysis of three dimensional computer graphics animation to teach spatial skills to interior design students. *Journal of Interior Design Education and Research*, 12(1), 45-52.

*Centro de Investigaciones en
Antropología Filosófica y Cultural
(CIAFIC)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
República Argentina*

Fecha de recepción: 23 de abril de 2010
Fecha de aceptación: 25 de octubre de 2010