



Revista Mexicana de Psicología

ISSN: 0185-6073

sociedad@psicologia.org.mx

Sociedad Mexicana de Psicología A.C.

México

PRIETO, GERARDO; VELASCO, ANGELA D.; ARIAS-BARAHONA, ROSARIO; ANIDO, MERCEDES;
NÚÑEZ, ANA-MARÍA; CÓ, PATRICIA

¿MEJORA LA VISUALIZACIÓN ESPACIAL CON EL APRENDIZAJE DEL DIBUJO TÉCNICO?

Revista Mexicana de Psicología, vol. 25, núm. 1, junio, 2008, pp. 175-182

Sociedad Mexicana de Psicología A.C.

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243016300014>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

¿MEJORA LA VISUALIZACIÓN ESPACIAL CON EL APRENDIZAJE DEL DIBUJO TÉCNICO?

DOES SPATIAL VISUALIZATION ABILITY IMPROVE AFTER STUDYING TECHNICAL DRAWING?

GERARDO PRIETO¹

Universidad de Salamanca, España

ROSARIO ARIAS-BARAHONA

Universidad de San Martín de Porres, Perú

ANA-MARÍA NÚÑEZ

Universidad de San Martín de Porres, Perú

ANGELA D. VELASCO

Universidade Estadual Paulista, Brasil

MERCEDES ANIDO

Universidad Nacional de Rosario, Argentina

PATRICIA CÓ

Universidad Nacional de Rosario, Argentina

Resumen: Para analizar si el aprendizaje del dibujo técnico mejora la aptitud de visualización espacial, se aplicaron pruebas de visualización espacial al comienzo y al final de un curso de dibujo técnico en muestras de estudiantes del primer curso de ingeniería. Se encontró que un porcentaje moderado de alumnos mejoró su ejecución en la prueba de visualización. La mejora fue semejante en los hombres y las mujeres. Los resultados apoyan la conclusión de que la aptitud de visualización espacial puede ser mejorada con el entrenamiento.

Palabras clave: visualización espacial, dibujo técnico, entrenamiento, modelo de Rasch

Abstract: The present study article whether instruction in technical drawing improves aptitude for spatial visualization. Tests for visualization were administered to a sample of first year engineering students at the beginning and end of a technical drawing course. Findings show improvements in the visualization test performance in a moderate number of students; this effect was the same in both men and women. These results show that spatial visualization is an aptitude that can be enhanced with training.

Key words: spatial ability, spatial visualization, technical drawing, training, Rasch model

En todos los estudios factorialistas sobre las aptitudes espaciales (Carroll, 1993; Lohman, 1988; McGee, 1979; Michael, Guilford, Fruchter, & Zimmerman, 1957) se concluyó que la visualización, definida como la aptitud para manipular, rotar, torcer o invertir imágenes de objetos, es la dimensión más importante. Los reactivos de las pruebas empleadas como marcadores de la visualización consisten en tareas como el doblado de papel, hacer rompecabezas, el desplegamiento de superficies, la comparación de cubos y la sección de figuras geométricas tridimensionales (Hegarty & Waller, 2005; Quaiser-Pohl, 2003). La comprensión teórica de la visualización se ha enriquecido por el análisis cognitivo de los procesos básicos empleados por las personas que resuelven las tareas típicas de las pruebas. En un trabajo clásico, Lohman

(1988) concluyó que las diferencias individuales en la ejecución de las pruebas visualización no dependen de la rapidez de procesamiento, sino de la potencia para resolver reactivos de alta complejidad. Salthouse (1996) consideró que la complejidad cognitiva de estas tareas se debe a que las personas han de emplear una sucesión de transformaciones mentales de las figuras y a que han de retener simultáneamente los resultados en la memoria. Esta conclusión se ha visto reforzada por las investigaciones sobre la relación entre las diferencias individuales en la visualización y la memoria de trabajo (véase la revisión de Hegarty & Waller, 2005). La memoria de trabajo es considerada como una estructura especializada en dos funciones básicas: el almacenamiento y el mantenimiento activo de la información durante la ejecución de una

¹ Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia (España). Referencia del proyecto: SEJ2004-02972. Dirigir correspondencia a Gerardo Prieto, Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología. Avda. de la Merced 109-131, 37005 Salamanca, España. Correo electrónico: gprieto@usal.es

tarea, y el control ejecutivo de la atención para inhibir las informaciones irrelevantes, mantener los objetivos y organizar la secuencia de los procesos necesarios para la ejecución. Miyake, Rettinger, Friedman, Shah, y Hegarty (2001) analizaron la influencia de la memoria de trabajo en tres factores espaciales: visualización, relaciones espaciales y rapidez perceptiva. Concluyeron que aunque la memoria de trabajo es necesaria para las tres aptitudes, las pruebas de visualización presentan las mayores demandas al componente ejecutivo, puesto que requieren la coordinación de una secuencia de transformaciones espaciales con un alto control de los recursos y de los objetivos.

Desde una perspectiva aplicada, las pruebas de visualización se han mostrado como predictores eficaces del éxito académico y profesional de arquitectos, cirujanos, diseñadores gráficos, ingenieros y pilotos (Gibbons, Baker, & Skinner, 1986; Hegarty & Simms, 1994; Hsi, Linn, & Bell, 1997; Lohman, 1994; Prieto & Velasco, 2002b). Aunque la asociación entre las pruebas de visualización y los criterios de rendimiento académico y profesional pareciera moderada (entre .20 y .45), se debe considerar que estos instrumentos tienen utilidad predictiva, dado que las correlaciones suelen estar decrementadas por la restricción del rango y por la baja fiabilidad de los criterios (calificaciones de profesores y supervisores). No es de extrañar, por tanto, que las pruebas de visualización se hayan integrado en baterías de selección de personal, especialmente en el ámbito militar (Dror, Kosslyn, & Waag, 1993).

La susceptibilidad de la aptitud espacial al entrenamiento es uno de los temas incluidos en los programas de investigación. El interés por el entrenamiento de la aptitud espacial radica en su implicación en el éxito académico y laboral: la mejora de las aptitudes beneficiaría el aprendizaje y el rendimiento en profesiones de tipo técnico (arquitectura, ingeniería, diseño gráfico y mecánico, etc.). Baenninger y Newcombe (1989) publicaron un metaanálisis de los estudios acerca de la entrenabilidad de las aptitudes espaciales. Los estudios analizados fueron clasificados en varias categorías en función del contenido del entrenamiento (específico, general o indirecto) y de su duración (larga, media y corta). El término específico se refiere a la preparación en una única prueba espacial, y el término general al entrenamiento en una variedad de pruebas espaciales. Los entrenamientos de-

nominados indirectos incluyen actividades asociadas con la aptitud espacial, pero que no están dirigidas a instruir en pruebas espaciales específicas. En lo que se refiere a la duración, consideraron cortos los entrenamientos inferiores a tres semanas, medios a los que duraron más de tres semanas y menos de un semestre, y largos a los que duraron un semestre o más. Estos últimos suelen coincidir con la instrucción formal en asignaturas (por ejemplo, el dibujo técnico) de currícula como ingeniería y arquitectura. En todos los tipos de entrenamiento se observó que la mejora entre el pre y el post-test fue al menos moderada. El tamaño del efecto (cuantificado mediante la correlación de Pearson) fue de .67 en el entrenamiento específico, .51 en el general y .37 en el indirecto. En lo que se refiere a la duración, los tamaños del efecto fueron de .53 en los entrenamientos cortos y de .61 en los de duración media. Debido al escaso número de estudios de larga duración y a su heterogeneidad, no se obtuvo una estimación del tamaño del efecto medio de ese tipo de entrenamiento.

Tomando en consideración el efecto del entrenamiento en distintas pruebas espaciales, Newcombe et al. (2002) informaron de efectos positivos en las tareas de relaciones espaciales o rotación mental, en pruebas espaciales de estimación de trayectorias dinámicas, en tareas Piagetianas de apreciación de la verticalidad-horizontabilidad como la Prueba del Nivel del Agua (Water Level Task) y en tareas de interpretación de mapas y planos, y de navegación. Por su parte, Embretson (1987) encontró que el entrenamiento informatizado característico de las pruebas dinámicas (un tipo de prueba que intenta modificar la ejecución del examinado facilitando instrucción sobre los reactivos) produjo una mejora sustancial en una tarea de plegamiento mental similar a la de la prueba DAT-SR (Bennet, Seashore, & Wesman, 1947). De estos estudios se pueden extraer algunas conclusiones relevantes. En primer lugar, parece claro que el entrenamiento incrementa el nivel de ejecución en las pruebas espaciales. En segundo lugar, es evidente que la mayor parte de los beneficios se han obtenido instruyendo en tareas muy similares a las de las pruebas espaciales empleadas para medir el cambio en la ejecución. A juicio de los autores del presente trabajo, para evitar efectos meramente artificiales y lograr conclusiones más generalizables, son de mayor interés los entrenamientos indirectos en tareas diferentes a las de esos instrumentos.

También se aprecia una escasez de estudios acerca de entrenamientos de larga duración y de sus efectos en algunas aptitudes espaciales relevantes, tales como la visualización, un reconocido mediador del rendimiento académico y laboral en profesiones de tipo técnico.

En este artículo se analiza el impacto en la ejecución en pruebas de visualización espacial de un entrenamiento indirecto consistente en la participación durante un semestre en un curso universitario de dibujo técnico. Se pretendió observar, asimismo, si la mejora en la ejecución era semejante entre hombres y mujeres. Para cumplir con este propósito, se emplearon dos pruebas distintas de visualización en el pre y en el post-test. Para obtener las medidas pre y post-test y medir el cambio se ha utilizado el modelo de Rasch (1960), puesto que permite lograr las siguientes ventajas: medir a nivel de intervalo, calcular errores de medida específicos para cada puntuación de cambio, y equiparar puntuaciones de pruebas de diferente dificultad (como los que se emplearon en este trabajo) (Embretson, 1987; Wolfe & Chiu, 1999).

MÉTODO

Participantes

Alumnos del primer curso de ingeniería de los siguientes centros de Educación Superior:

UNESP - Universidade Estadual Paulista (Brasil), Universidad Nacional de Rosario (Argentina), Universidad San Martín de Porres (Perú). En la Tabla 1 se muestra la distribución de la muestra por país y sexo, así como estadísticos descriptivos de la edad de los participantes.

Tabla 1

Sexo y edad de los participantes

País	Hombres		Mujeres		Total		Edad	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	\bar{X}	<i>DE</i>
Argentina	121	39.1	28	29.5	149	36.8	18.38	1.19
Brasil	67	21.7	19	20.0	86	21.2	19.05	1.81
Perú	121	39.1	49	51.6	170	42.0	19.22	2.91
Total	309	100.0	95	100.0	405	100.0	18.86	2.24

Instrumentos

Se administraron dos pruebas informatizadas de visualización (TVZ2006-A y TVZ2006-B), basadas en una tarea de desarrollo de superficies. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de esta tarea. Cada prueba se compone de 20 reactivos con nueve opciones de las que una es correcta (Prieto & Velasco, 2002a). Las pruebas fueron construidas mediante el Revolution Studio 2 (<http://revstudio.runrev.com/>). Los alumnos dispusieron de 30 minutos para contestar los reactivos de cada prueba. Ambas pruebas fueron calibradas en la misma métrica mediante dos reactivos de anclaje. El TVZ2006-A es algo más fácil que el TVZ2006-B (la diferencia entre la dificultad media de los reactivos fue de 0.11 logits). Se incluyeron dos pruebas distintas y de diferente dificultad para minimizar la influencia de la memorización de los reactivos y un posible efecto de techo en el post-test.

Procedimiento

Se administró el TVZ2006-A al comienzo, y el TVZ2006-B al final del curso de dibujo técnico. Entre ambas aplicaciones transcurrieron cinco meses. El curso de dibujo técnico es un curso teórico-práctico orientado a la representación gráfica de objetos. El propósito del curso es brindar al estudiante los conocimientos básicos de representación de objetos y el aprendizaje de un software para la elaboración de dibujos y planos. Los contenidos del curso incluyen el aprendizaje del editor de dibujo de AutoCAD 2000 en el entorno Windows®; sistemas de coordenadas; construcciones geométricas; geometría apli-

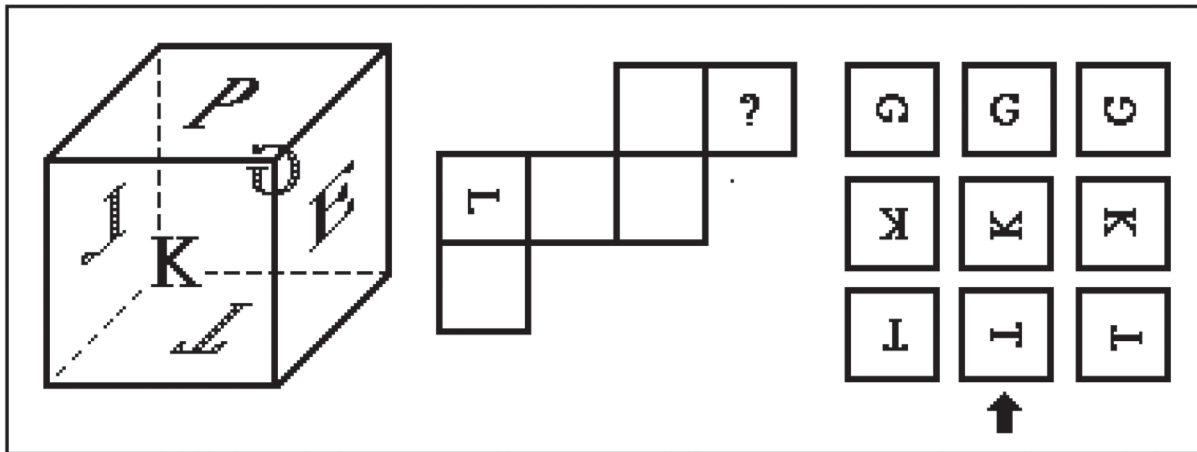


Figura 1. Ejemplo de un reactivo. La opción correcta es la indicada con la flecha.

cada; capas; acotado; dibujos isométricos; dibujo de objetos en tres dimensiones; visualización de sólidos y proyecciones múltiples o diédricas. Para medir el cambio en la ejecución de las pruebas, se calculó la invarianza de las calibraciones de las personas obtenidas mediante diferentes muestras de reactivos, que es una característica importante del modelo de Rasch (1960). En el contexto de la medición del cambio, la evaluación de la invarianza es útil porque permite determinar si las medidas de las personas permanecen estables en diferentes ocasiones. La estabilidad de las estimaciones de dos parámetros ($\theta'_2 - \theta'_1$), obtenidos en diferentes ocasiones, se evalúa mediante la diferencia estandarizada, utilizando la Ecuación 1 entre las dos estimaciones (Wright & Masters, 1982). Las diferencias estandarizadas de una población de personas que se ajustan al modelo tienen un valor esperado de 0.00 y una desviación típica de 1.00. Las desviaciones grandes respecto del valor esperado indican que las medidas no tienen la estabilidad que se supone. En el caso del contraste de una cola ($\alpha = 0.05$), los valores z superiores a 1.64 indicarían una mejora fiable en el post-test.

$$z = (\theta'_2 - \theta'_1) / (SE_{\theta'_2}^2 + SE_{\theta'_1}^2)^{1/2} \quad (1)$$

Siendo θ'_2 y θ'_1 las estimaciones de los parámetros de una persona en el post-test y en el pre-test, y $SE_{\theta'_2}$ y $SE_{\theta'_1}$ los errores típicos de medida correspondientes.

Para evaluar el cambio a nivel de grupo, se utilizó un indicador de frecuencia (Wolfe & Chiu, 1999): el

número y porcentaje de personas para las que la diferencia entre el post-test y el pre-test no es atribuible al error de medida ($z > 1.64$) de acuerdo con la Ecuación 1. Para analizar los datos se usó el programa WINSTEPS® 3.63.0 (Linacre, 2006).

RESULTADOS

Los valores escalares carecerían de sentido si las respuestas violasen los supuestos del modelo: la probabilidad de resolver correctamente un reactivo es una función de la diferencia entre la persona y el reactivo en la aptitud medida. No es esperable, por ejemplo, que un reactivo difícil sea resuelto por una persona de baja competencia. Para evaluar el ajuste de los reactivos al modelo se emplean promedios de los residuos (diferencias entre las respuestas observadas y las esperadas). En este trabajo se usaron los estadísticos Outfit e Infit. El primero es el promedio de los cuadrados de los residuos estandarizados y el segundo es el promedio de los cuadrados de los residuos estandarizados ponderados con la función de información (Wilson, 2005). En la prueba TVZ2006-A, el rango de los valores Outfit de los reactivos varió entre 1.53 y 0.65, y el de los valores Infit entre 1.27 y 0.76. En la prueba TVZ2006-B, el rango de los valores Outfit de los reactivos varió entre 1.43 y 0.77, y el de los valores Infit entre 1.25 y 0.85. En ambos casos, los valores se situaron en un rango que revela un ajuste adecuado, de acuerdo con los criterios usuales (Linacre, 2006).

Se llevó a cabo un escalamiento de ambas pruebas en la misma métrica utilizando como anclaje dos reactivos de diferente dificultad (-1.69 y -0.09, en la calibración del pre-test). La correlación entre las estimaciones pre y post de los parámetros de dificultad de los reactivos de anclaje fue de 1.00. Asimismo, fue de 1.00 la correlación entre los parámetros de dificultad de los reactivos del TVZ2006-B en la calibración separada y en el escalamiento común. Por ello, se puede considerar que fue adecuada la calidad de la equiparación de ambas pruebas. En la escala común, la media de los parámetros de los reactivos utilizados en el pre-test (TVZ2006-A) fue de 0.00, oscilando su dificultad entre -1.69 y 1.35 respectivamente. La media de los parámetros de los reactivos utilizados en el post-test (TVZ2006-B) fue de 0.11 oscilando su dificultad entre 1.69 y 1.09, respectivamente.

La fiabilidad de las medidas de las personas fue adecuada, dado que los coeficientes α de Cronbach del pre-test y del post-test fueron de 0.86, los promedios de los errores estándar 0.57 y 0.60 y sus índices Rasch de fiabilidad 0.81. El índice Rasch de fiabilidad de los sujetos es el cociente entre la varianza verdadera y la varianza observada. La varianza verdadera es la diferencia entre la varianza observada de las estimaciones de la habilidad y el promedio de sus varianzas de error (Schumacker, 2004). En la Tabla 2 aparecen estadísticos descriptivos de los parámetros de las personas en el pre-test y en el post-test.

En la Figura 1 se muestran los mapas conjuntos de las personas y los reactivos en la escala de visualización del pre-test y el post-test (unidades en logits).

En la Figura 1 puede observarse que se registró una gran variabilidad entre los alumnos, tanto en el pre-test como en el post-test. Se llevaron a cabo análisis de varianza factoriales con contrastes a posteriori de Scheffe, en los que la variable dependiente fue la puntuación en la prueba de visualización (pre-test o post-test) y los factores, el sexo y el país. En el pre-test y el post-test las diferencias entre los varones y mujeres no fueron significativas. Tampoco fueron significativas las diferencias entre los alumnos de los tres países en el post-test. En el pre-test, sin embargo, los alumnos brasileños obtuvieron mejor puntuación promedio que el resto $F(2, 390) = 11.20$, $p = 0.0001$.

En la Tabla 3 aparecen las frecuencias relativas al cambio entre el pre-test y el post-test en las medidas de visualización de los 252 alumnos que cumplieron ambas pruebas.

En la tabla se puede observar que algo menos del 11% de los participantes obtuvo una puntuación fiablemente mayor en el post-test. En la mejora hay diferencias significativas entre los alumnos de los tres países ($\chi^2(2) = 15.68$, $p = 0.0004$). La quinta parte de los alumnos argentinos incrementaron su nivel de visualización tras cursar dibujo técnico. Sin embargo, la mejora fue pequeña entre los alumnos peruanos e inexistente entre los brasileños. No

Tabla 2

Resultados de las medidas de visualización en el pre-test y el post-test

	Hombres			Mujeres			Total		
	N	\bar{X}	DE	N	\bar{X}	DE	N	\bar{X}	DE
<i>Pre-test</i>									
Perú	121	-0.23	1.60	49	-0.63	1.32	170	-0.35	1.53
Argentina	121	-0.16	1.53	28	-0.83	1.06	149	-0.28	1.48
Brasil	59	0.40	1.67	18	0.81	0.88	77	0.50	1.52
Total	301	-0.08	1.60	95	-0.41	1.31	396	-0.16	1.54
<i>Post-test</i>									
Perú	77	-0.05	1.57	31	-0.48	1.43	108	-0.17	1.54
Argentina	75	0.44	1.52	21	-0.47	1.65	96	0.24	1.59
Brasil	44	0.10	1.25	14	0.38	1.39	58	0.17	1.28
Total	196	0.17	1.50	66	-0.30	1.51	262	0.05	1.51

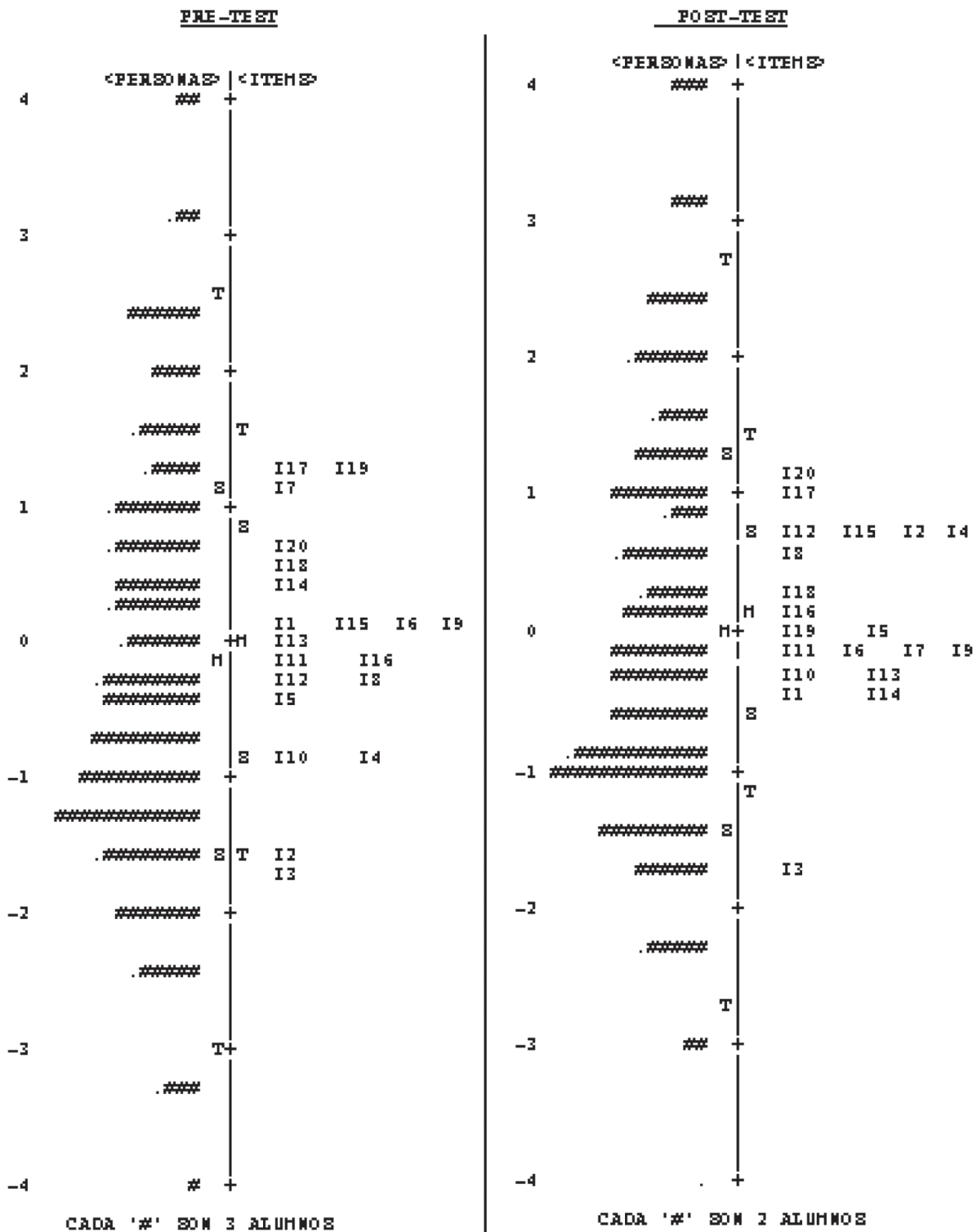


Figura 1. Mapas conjuntos de personas y reactivos en la variable visualización.

Tabla 3

Frecuencia y porcentaje de alumnos que mejoraron en el post-test de visualización

Mejora	Perú		Argentina		Brasil		Total	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Sí	8	7.4	9	20.0	0	0.00	27	10.7
No	100	92.6	76	80.0	49	100.0	225	89.3
Total	108	100.0	95	100.0	49	100.0	252	100.0

Sí = $z \geq 1.65$; No = $z < 1.65$. z = Ecuación 1

se encontraron diferencias significativas en el cambio asociadas al sexo ($\chi^2(1) = 0.23$, $p = 0.63$).

DISCUSIÓN

En este estudio se analizó el cambio en medidas de visualización entre un pre-test y un post-test. El pre-test se aplicó al inicio de un curso de dibujo técnico impartido a alumnos del primer año de ingeniería en facultades de Brasil, Argentina y Perú. El post-test se llevó a cabo al final de este curso. Se consideró que la realización del estudio en distintos países facilitaría la generalización de los resultados. No se encontraron diferencias de nivel aptitudinal promedio entre los hombres y las mujeres. Este dato converge básicamente con el metaanálisis de Linn y Petersen (1985) en el que se reportó que es pequeño el tamaño del efecto asociado al sexo en visualización y es prácticamente inexistente en muestras de alto nivel.

Se utilizó el modelo de Rasch (1960) para obtener las medidas y procedimientos de equiparación para poner en la misma escala las estimaciones del pre-test y del post-test (Wright, 1996). En todos los países, el curso tuvo una duración de un semestre. De acuerdo con la taxonomía de Baenninger y Newcombe (1989), se partió de la hipótesis de que esta actividad curricular constituía un entrenamiento indirecto y de larga duración de la aptitud de visualización. Se usó un indicador de frecuencia del cambio en ambos estudios: el porcentaje de personas que en el post-test incrementaron fiablemente su puntuación. Este tipo de indicador sólo puede ser empleado con sentido a partir de un modelo TRI, habida cuenta de que este tipo de modelos permiten determinar los errores tí-

picos de medida específicos de cada puntuación de habilidad y de cada puntuación de mejora (Wolfe & Chiu, 1999). Los resultados mostraron que un entrenamiento indirecto, en tareas diferentes a las de las pruebas empleadas para medir la aptitud, permite mejorar las puntuaciones en una prueba de visualización de un grupo pequeño de alumnos. La diversidad de la mejora entre las muestras de los diferentes países podría deberse a las diferencias de nivel aptitudinal al inicio del curso, ya que fue en la muestra brasileña que tuvo un nivel más alto en el pre-test en la que no se detectó una mejora fiable. En base a estos datos, se puede concluir que es pequeño el efecto en la visualización de un entrenamiento indirecto en muestras de alto nivel de aptitud como la de los estudiantes de ingeniería. Como en los estudios revisados por Baenninger y Newcombe (1989), la tasa de mejora fue semejante en los hombres y las mujeres. La principal limitación del trabajo es la posible falta de uniformidad en los contenidos y los procedimientos de enseñanza en los cursos de dibujo técnico. La introducción de ejercicios estandarizados en el proceso de enseñanza aprendizaje permitirá a nuestro juicio solventar en parte esta limitación en el futuro.

REFERENCIAS

- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex Roles*, 20, 327-343.
- Bennet, G., Seashore, H., & Wesman, A. (1947). *Differential aptitude test*. Nueva York, E.U.: Psychological Corp.
- Carroll, J. (1993). *Human cognitive ability: A survey of factor-analytical studies*. Nueva York, E.U.: Cambridge University Press.

- Dror, I. E., Kosslyn, S. M., & Waag, W. L. (1993). Visual-spatial abilities of pilots. *Journal of Applied Psychology, 78*, 763-773.
- Embretson, S. E. (1987). Improving the measurement of spatial aptitude by dynamic testing. *Intelligence, 11*, 333-358.
- Gibbons, R., Baker, R., & Skinner, D. (1986). Field articulation testing: A predictor of technical skills in surgical residents. *Journal of Surgical Research, 41*, 53-47.
- Hegarty, M., & Simms, V. K. (1994). Individual differences in mental animation during mechanical reasoning. *Memory and Cognition, 22*, 411-430.
- Hegarty, M., & Waller, D. A. (2005). Individual differences in spatial abilities. En P. Shah, & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 121-169). Nueva York, E.U.: Cambridge University Press.
- Hsi, S., Linn, M. C., & Bell, J. E. (1997). The role of spatial reasoning in engineering and design of spatial instructions. *Journal of Engineering Education, 86*, 151-158.
- Linacre, J. M. (2006). *A user's guide to WINSTEPS & MINISTEPS: Rasch model computers programs*. Chicago, IL., E.U.: Winsteps.com.
- 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. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. En R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (pp. 181-248). Hillsdale, NJ., E.U.: Lawrence Erlbaum.
- Lohman, D. F. (1994). Spatial ability. En R. Sternberg (Ed.), *Encyclopedia of human intelligence* (pp. 1000-1007). Nueva York, E.U.: McMillan.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin, 86*, 889-918.
- Michael, W. B., Guilford, J. P., Fruchter, B., & Zimmerman, W.S. (1957). The description of spatial-visualization abilities. *Educational and Psychological Measurement, 17*, 185-199.
- Miyake, A., Rettinger, D. A., Friedman, N. P., Shah, N. P., & Hegarty, M. (2001). Visuospatial working memory, executive functioning and spatial abilities. How are we related? *Journal of Experimental Psychology: General, 130*, 621-640.
- Newcombe, N. S., Mathason, L., & Terlecki, M. (2002). Maximization of spatial competence: More important than finding the cause of sex differences. En A. McGillicuddy-De Lisi, & R. De Lisi (Eds.) *Biology, society, and behavior: The development of sex differences in cognition* (pp. 183-206). Westport, CT: Ablex.
- Prieto, G., & Velasco, A. D. (2002a). Construção de um teste de visualização a partir da psicologia cognitiva. *Avaliação Psicológica, 1*, 39-47.
- Prieto, G., & Velasco, A. D. (2002b). Predicting academic success of engineering students in technical drawing from visualization test scores. *Journal for Geometry and Graphics, 6*, 99-109.
- Quaiser-Pohl, C. (2003). The mental cutting test "Schnitte" and the picture rotation test: Two new measures to assess spatial ability. *International Journal of Testing, 3*, 219-231.
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Chicago, E.U.: University of Chicago Press.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review, 103*, 403-428.
- Schumacker, R. E. (2004). Rasch measurement: The dichotomous model. En E. V. Smith & R. M. Smith (Eds.) *Introduction to Rasch measurement* (pp. 226-253). Maple Grove, Mn, E.U.: JAM Press.
- Wilson, M. (2005). *Constructing measures: An item response modeling approach*. Mahwah, NJ, E.U.: Lawrence Erlbaum.
- Wolfe, E. W., & Chiu, C. W. T. (1999). Measuring pretest-posttest change with a Rasch rating scale model. *Journal of Outcome Measurement, 3*, 134-161.
- Wright, B. D. (1996). Time 1 to time 2 comparison. *Rasch Measurement Transactions, 10*, 478-479.
- Wright, B. D., & Masters, G. N. (1982). *Rating scale analysis*. Chicago, E.U.: MESA Press.

Recibido 21, 03, 07
Aceptación final 29, 02, 08