



Revista Mexicana de Psicología

ISSN: 0185-6073

sociedad@psicologia.org.mx

Sociedad Mexicana de Psicología A.C.

México

Ramírez-Uclés, Rafael; Ramírez-Uclés, Isabel; Flores Martínez, Pablo; Castro Martínez, Enrique
Análisis de las capacidades de visualización espacial e intelectual en los alumnos con talento
matemático

Revista Mexicana de Psicología, vol. 30, núm. 1, enero, 2013, pp. 24-31

Sociedad Mexicana de Psicología A.C.

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243033028003>

- 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

ANÁLISIS DE LAS CAPACIDADES DE VISUALIZACIÓN ESPACIAL E INTELECTUAL EN LOS ALUMNOS CON TALENTO MATEMÁTICO

ANALYSIS OF SPATIAL VISUALIZATION AND INTELLECTUAL CAPABILITIES IN MATHEMATICALLY GIFTED STUDENTS

RAFAEL RAMÍREZ-UCLÉS

Universidad de Granada (España)

ISABEL RAMÍREZ-UCLÉS

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED, España)

PABLO FLORES MARTÍNEZ Y ENRIQUE CASTRO MARTÍNEZ

Universidad de Granada (España)

Resumen: No hay consenso entre los investigadores sobre el papel que ocupa la visualización en la caracterización del talento matemático. En este estudio se analizan las capacidades de visualización espacial de un grupo de alumnos con talento matemático a partir de los resultados obtenidos en el test de inteligencia general de Raven y en los componentes espaciales de los test PMA y DAT-5. El grupo experimental está constituido por 25 alumnos del segundo curso de un programa para el estímulo del talento matemático (ESTALMAT) y el grupo control por 33 alumnos de 4º de ESO. El análisis de los resultados indica que los alumnos con talento matemático puntúan significativamente más alto que los del grupo control en los tres test y que la escala espacial del test PMA resulta un instrumento más discriminatorio del grado de visualización que la escala espacial del test DAT-5 para estos alumnos.

Palabras clave: rendimiento, espacial, evaluación, destreza, aptitud

Abstract: There is not a consensus built among researchers about the role played by visualization abilities in the characterization of mathematical talent. This paper analyzes the visual abilities of a group of mathematically gifted students from the results obtained in the Raven intelligence test and the spatial components of PMA and DAT-5 tests. The experimental group comprised 25 second-grade students as part of a project for stimulation of mathematical talent (ESTALMAT), and the control group comprised 33 fourth-grade ESO students. Analysis of the results shows that mathematically gifted students achieve significantly higher scores than control students in the three tests, and that PMA spatial scale results in a better discrimination of visualization capabilities than DAT-5 spatial scale for these students.

Key words: performance, spatial, assessment, gift, aptitude

Referenciando el informe Marland (1972), Passow (1993) reconoce que los niños dotados y talentosos son aquellos que en virtud de sus habilidades sobresalientes, son capaces de un alto rendimiento. Incluye aquellos que han demostrado sus logros y/o habilidades potenciales en cualquiera de las siguientes áreas, sea aisladamente o combinadas: 1) habilidad intelectual general, 2) aptitudes académicas específicas, 3) pensamiento creativo o productivo, 4) ha-

bilidad de liderazgo, 5) artes visuales e interpretativas, 6) habilidades psicomotoras.

Las matemáticas constituyen uno de esos campos académicos. Para describir las aptitudes académicas específicas del talento matemático, los autores indican diversas características, aunque los aspectos que señalan están relacionados y no difieren esencialmente. Sirvan de ejemplo los expuestos por Freiman (2006) quien

indica que el alumno con talento matemático pregunta espontáneamente cuestiones que van más allá de las tareas matemáticas que se le plantean, cambia fácilmente de una estrategia a otra, localiza la clave de los problemas, busca patrones y relaciones, construye nexos, lazos y estructuras matemáticas, mantiene bajo control los problemas y su resolución, presta atención a los detalles, produce ideas originales, valiosas y extensas, desarrolla estrategias eficientes, piensa de modo crítico y persiste en la consecución de los objetivos que se propone.

Para identificar y evaluar el talento se utilizan instrumentos basados tanto en pruebas subjetivas como objetivas. De modo subjetivo, se utilizan informes realizados por personas del entorno del alumno (profesores, padres, nominaciones de los compañeros, autoinformes, etc.). En estas estimaciones de la inteligencia general y de las inteligencias múltiples existen diferencias culturales claras y consistentes (Neto, Furnham, y Conceição, 2009). En cuanto a las pruebas objetivas hay multiplicidad de test: de inteligencia general (Stanford-Binet, Wechsler, Raven), de aptitudes específicas (Batería de Aptitudes Diferenciales y Generales, [BADyG]), pruebas de rendimiento basadas en el currículum, de creatividad (Torrance), de personalidad (Cuestionario de Personalidad para niños y adolescentes, [EPQ-JJ]), etc.

A falta de una postura unificada entre los investigadores, el problema de la identificación del talento matemático se considera aún sin resolver. Pitta-Pantazi y Christou, (2009), tras analizar diferentes pruebas de evaluación educativa, sugieren utilizar instrumentos que midan tanto habilidades naturales como las relacionadas con características específicas de las tareas matemáticas. Desde esta perspectiva, la visualización aparece como una componente importante de ambos aspectos ya que, además de cómo habilidad natural, numerosos autores han reconocido su importancia en las tareas de matematización (Arcavi, 2003; Guillén, 2010; Presmeg, 2006).

Al examinar la relación entre talento matemático y visualización, se presenta una dificultad relativa a la riqueza de terminología utilizada por los autores en los diferentes campos de investigación en los que aparece. Desde el punto de vista psicológico, hace tiempo que se considera importante la visualización y se han desarrollado marcos teóricos para su trabajo y test individuales para analizarla, encerrando pensamiento figurativo (patrones estáticos y figuras) y operacional (patrones en movimiento de objetos y manipulación de objetos visuales). Desde el punto de vista matemático, la visualización se entiende como la habilidad para interpretar y comprender la información proveniente de figuras usadas en el trabajo geométrico y la habilidad para contextualizar y trasladar relaciones abstractas e información no figurativa a términos visuales (Ben-Chaim y Lappan, 1989).

Se han desarrollado una serie de estudios que relacionan el talento matemático y la visualización. Sin embargo, la utilización de diferentes definiciones

e instrumentos de medida han conducido a resultados aparentemente contradictorios que se recogen en distintas revisiones de las investigaciones (Bishop, 1980; Lean y Clements, 1981). Para profundizar en esta relación es necesario especificar qué elementos se estudian del talento matemático y la visualización. Si bien el talento matemático está, de manera generalizada, caracterizado por el buen rendimiento en tareas de resolución de problemas, para medir la visualización se utilizan diferentes constructos, como puntuaciones en test visuales, tipos de imágenes utilizadas, estrategias de resolución visuales utilizadas o habilidades de visualización manifestadas. Hoffer (1977) identifica como habilidades físico-psicológicas relevantes para el aprendizaje de las matemáticas la coordinación ojo-motor, la percepción figura-contexto, la conservación de la percepción, la percepción de la posición en el espacio, la percepción de las relaciones espaciales, la discriminación visual y la memoria visual.

En el contexto específico de alumnos con talento matemático, Krutetskii (1976) concluye que la habilidad para visualizar relaciones matemáticas abstractas y conceptos espaciales geométricos no es necesariamente una componente de la estructura de habilidades matemáticas. Los estudios posteriores de Presmeg (1986a) obtienen resultados en consonancia con los anteriores y muestran la preferencia de los alumnos con talento por los métodos no visuales. Incluso empleando un método de enseñanza visual no siempre se consigue que los alumnos visualizadores superen sus dificultades y hagan un uso óptimo de la fuerza de su procesamiento visual (Presmeg, 1986b). En investigaciones más recientes referentes a habilidades visualizadoras Ryu, Chong y Song (2007) detectan que alumnos que muestran unas excelentes características en álgebra o en otros campos de la geometría, tienen dificultades en los procesos de visualización espacial similares a alumnos normales.

Sin embargo, otros autores han relacionado diferentes aspectos de la visualización con el rendimiento o habilidad matemática que poseen los alumnos con talento. Rivera (2011) considera que hay evidencias empíricas que muestran que hay relación significativa entre la percepción visual y la habilidad matemática. En esta línea, Gruessing (2011) encuentra que los alumnos con alta habilidad espacial tienen mayores habilidades matemáticas y Van Garderen (2006), al medir el rendimiento en resolución de problemas, las representaciones con imaginación visual y la habilidad espacial recogida en los test, destaca que los alumnos con talento puntuaban más en las dos medidas espaciales de visualización.

En el ámbito neuropsicológico, algunos estudios persiguen localizar los aspectos relativos a talento matemático y visualización en los correspondientes hemisferios cerebrales (Alonso y Fuentes, 2001; Dehaene, 1997, entre otros). Investigaciones recientes han analizado el funcionamiento cerebral de los alumnos con talento al realizar tareas del test de Raven. Las diferencias entre

el grupo de alumnos con talento y el grupo de control sólo aparece en la realización de tareas con dificultad y la extensión en el área fronto-parietal es mayor en los alumnos con talento, especialmente en el hemisferio derecho (Descio, Navas-Sánchez, et al. 2009; Descio et al., 2011). Comparados con los alumnos promedio, los adolescentes con talento muestran un mayor incremento en las activaciones asociadas a las tareas que implican razonamiento fluido, imaginación mental y memoria de trabajo. La especialización funcional del talento matemático ha sido descrita en otros estudios como una combinación de un mayor activación del hemisferio derecho y más bilateralización (Prescott, Gavrilescu, Cunnington, O'Boyle, y Egan, 2010). En relación al aprendizaje Freed, Kloth y Billett (2006) detectan en sus estudios que un elevado porcentaje de alumnos superdotados son aprendices visuales espaciales.

Por todo lo expuesto anteriormente, se desprende la necesidad de seguir profundizando sobre el papel de la visualización en la caracterización de los alumnos con talento matemático. Es necesario diferenciar entre la capacidad visual que poseen, que puede evaluarse mediante herramientas psicométricas externas, y el uso que manifiestan de estas habilidades, que puede verse influenciado por el tipo de tareas propuestas y el conocimiento de técnicas visuales propias del tipo de enseñanza recibida (uso de contraejemplos, caracterización de propiedades, inducción, analogía, generalización...).

El propósito del trabajo es analizar las capacidades de visualización espacial e intelectual de un grupo de alumnos con talento matemático empleando para ello herramientas de tipo psicométrico. Se pretenden verificar las hipótesis de que los alumnos con talento matemático no presentan deficiencias respecto a sus capacidades de visualización espacial con respecto a los alumnos controles. Asimismo, se espera encontrar mayores puntuaciones por parte del grupo de alumnos con talento en el test de inteligencia general.

MÉTODO

Participantes

En la investigación intervienen dos grupos de alumnos. El grupo experimental está constituido por 25 alumnos con talento matemático (20 niños y 5 niñas) del segundo curso del proyecto ESTALMAT (programa de Estimulo del Talento Matemático) en Andalucía Oriental (España) con una edad media de 14.52 años y desviación típica .71 (rango 13-16). El grupo control está compuesto por un total de 33 alumnos (13 niños y 20 niñas) de 4º de ESO de un colegio concertado de Granada (España), con una edad media de 15.61 años y desviación típica .55 (rango 15-17).

Procedimiento

Los alumnos que forman el grupo talento fueron seleccionados según los criterios del proyecto ESTALMAT tras evaluar sus resultados en una prueba de cinco problemas matemáticos no rutinarios (<http://thales.cica.es/estalmat/?q=node/26>).

Se seleccionaron los 25 alumnos del grupo talento a partir de 341 (158 niñas y 183 niños) inscritos en la provincias de Granada, Málaga, Jaén y Almería. Para la evaluación de la prueba, los profesores del proyecto hacen una valoración de las estrategias que se ponen en juego en cada apartado según su dificultad. Se puede apreciar que la prueba prima la aptitud y actitud frente a los conocimientos y propone problemas originales y variados que presentan apartados de dificultad creciente (pensamiento visual, pensamiento lógico, intuición, creatividad, abstracción, manipulación matemática, capacidad de ordenación del pensamiento, etc.).

El rendimiento en la prueba de selección no sólo consiste en la puntuación total obtenida, sino que se valora algún razonamiento especial en alguna de las actividades. El rango de puntuación de los alumnos seleccionados abarca desde 25.5 hasta 40 (de un total de 50 puntos posibles), con una media de 31.09 y se corresponde a las 25 mejores notas globales de todos los alumnos presentados.

Instrumentos

- Factor espacial (E) del Test de Aptitudes Primarias (PMA, Thurstone y Thurstone, 1976). La batería global PMA permite la evaluación de los factores básicos de la inteligencia: Espacial (E), Razonamiento (R), Numérico (N) y Fluidez Verbal (F). La versión original pertenece a Thurstone y Thurstone (1941) y la adaptación española se llevo a cabo por la Sección de Estudio de Test de TEA Ediciones en 1987. Para el trabajo, se selecciona el Factor E definido como la "aptitud para interpretar y reconocer objetos que cambian de posición en el espacio, manteniendo su estructura interna". Se obtuvo un índice de fiabilidad de .93 para el factor espacial (Secadas, 1961).
- Factor relaciones espaciales (SR) de la Batería de Aptitudes diferencias (DAT-5, Bennett, Seashore y Wesman, 2000). La 5º versión del DAT incluye test que evalúan ocho aptitudes: razonamiento verbal, razonamiento numérico, razonamiento abstracto, rapidez y exactitud perceptiva, razonamiento mecánico, relaciones espaciales, ortografía y uso del lenguaje. La adaptación española de la versión original se llevo a cabo por el Departamento I+D de TEA en el año 2000. En este estudio se selecciona el Nivel 1 de la escala de Aptitud espacial (SR) que mide la habilidad para visualizar un objeto en tres dimensiones a partir de un modelo bidimensional e imaginar cómo aparecería este objeto si sufriera una rotación espacial. Los índices de fiabilidad para los diferentes grupos que incluye el Nivel 1 en la escala SR oscilan entre .86 y .93.

- Matrices progresivas de Raven (Raven, Court, y Raven, 1993). El test proporciona una medida de la capacidad de deducción de relaciones, uno de los componentes principales de la inteligencia general y del factor "g". En el estudio se utilizó la versión adaptada por TEA en el año 2003. Considerando las características de la muestra del estudio se les administró la versión avanzada de la escala (Advanced Progressive Matrices, APM). Los ítems consisten en completar un dibujo al que le falta un trozo con una de las ocho piezas que aparecen como alternativas. La Escala Superior ofrece índices test-retest de fiabilidad de distinta magnitud, que alcanzan el valor de .91, y de consistencia interna "dos mitades", con valores entre .83 y .87.

Diseño, variables y análisis de datos

De acuerdo con el propósito del estudio se utilizó un diseño ex post facto retrospectivo de tipo comparativo (diseño de casos y controles) considerando como variable independiente el Talento de los alumnos (grupo talento vs. controles) y como variables dependientes las puntuaciones obtenidas por los alumnos en los diferentes test: Escala espacial (E) del Test PMA, Escala de relaciones espaciales (SR) del Test DAT-5 y puntuación global en el Test de Raven.

Para el análisis de los resultados, se utilizó la prueba *T* de Student para muestras independientes en caso de comparación de las puntuaciones obtenidas en las test: PMA(E), DAT-5(SR) y RAVEN, entre los alumnos con talento y los alumnos del grupo de control. Se tiene en cuenta el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de las varianzas mediante la prueba de *F* de Levene, aplicándose las correcciones apropiadas en caso de incumplimiento del mismo. Para llevar a cabo las comparaciones entre las puntuaciones obtenidas por un mismo sujeto en los test se procede a realizar ANOVAS intrasujeto. Dado que los niveles de medida de las puntuaciones originales de los test son diferentes, las puntuaciones directas se transforman a puntuaciones *z* considerando los valores de media y desviación típica incluidos en los correspondientes baremos de los distintos test. En este caso, la posible violación del supuesto de homogeneidad de varianzas error se pone a prueba mediante el test *W* de Mauchly y, en caso de violación de dicho supuesto, se aplican las correcciones oportunas mediante la corrección en los grados de libertad de Greenhouse-Geisser. Las comparaciones *a posteriori* se realizan mediante la prueba de Bonferroni. Se incluye también el índice eta cuadrado parcial (η^2_p), que permite calcular el tamaño de los efectos o valorar la magnitud de las diferencias halladas. Finalmente, para efectuar las correlaciones entre las puntuaciones obtenidas en los diferentes test en los dos grupos de alumnos se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson. Todos los análisis se realizan mediante el paquete estadístico SPSS 17.0.

RESULTADOS

Para determinar las posibles diferencias en las puntuaciones obtenidas en las diferentes escalas (PMA(E), DAT-5(SR) y RAVEN), entre los alumnos con talento y los alumnos del grupo de control, se procede a realizar tres análisis de pruebas *T* de Student para muestras independientes, considerando en cada caso como variable independiente el Talento de los alumnos (Talento vs. Controles) y como variables dependientes las puntuaciones obtenidas en los diferentes test. La Tabla 1 muestra las medias y las desviaciones típicas en las diferentes variables. Los resultados indican que existen diferencias significativas en función del Talento de los alumnos en las puntuaciones obtenidas en los tres test evaluados: Escala espacial (E) del test PMA ($T(56) = 3.094$, $p = .003$, $\eta^2_p = .146$) (*F* Levene = 2.053, $p = .157$), Escala relaciones espaciales (SR) del test DAT-5 ($T(38.762) = 7.143$, $p = .000$, $\eta^2_p = .418$) (*F* Levene = 21.455, $p = .000$) y Test de raven ($T(48.915) = 8.044$, $p = .000$, $\eta^2_p = .439$) (*F* Levene = 8.798, $p = .004$). Se detectan, en todos los casos, puntuaciones significativamente más altas en los alumnos con talento frente los alumnos del grupo de control (véase Tabla 2).

En un segundo análisis se comparan las puntuaciones obtenidas en los diferentes test en los dos grupos de alumnos de manera independiente. Para ello se realizan dos ANOVAS intra-sujeto constituyendo los niveles de la variable independiente las puntuaciones obtenidas en los diferentes test. La Tabla 3 muestra las medias y las desviaciones típicas de las puntuaciones obtenidas en los dos grupos de alumnos. Los resultados ponen de manifiesto que existen diferencias significativas en las puntuaciones obtenidas en los diferentes test tanto en el grupo de alumnos con talento ($W(2) = .567$, $p = .001$, $F(1.395, 33.490)$, $p = .000$, $\eta^2_p = .664$) como en el caso de los alumnos del grupo de control ($W(2) = .753$, $p = .012$, $F(1.604, 51.342)$, $p = .000$, $\eta^2_p = .362$) (véase Tabla 4).

Considerando la significatividad de los ANOVAS globales en ambos grupos, se realizan comparaciones "*a posteriori*" mediante la prueba de Bonferroni (véase Tabla 5). En el caso de alumnos con talento se encuentran diferencias significativas en las puntuaciones *z* obtenidas en el test PMA(E) y el test DAT-5(SR) ($p = .000$), resultando las puntuaciones obtenidas en el DAT-5(E) superiores a obtenidas en el test PMA(E); entre las

Tabla 1. Medias y Desviaciones típicas de las puntuaciones obtenidas en los test

	Talento		Controles	
	Media	DT	Media	DT
PMA(E)	32.51	9.11	23.25	12.67
DAT-5(SR)	47.54	3.08	33.52	10.71
RAVEN	30.39	3.09	20.24	6.32

Tabla 2. Resultados pruebas *T* para muestras independientes considerando la variable Talento como variable independiente

	<i>F</i> Levene	<i>T</i>	Dif. Medias	<i>p</i>	η^2_p
PMA(E)	2.053, <i>p</i> = .157	(56)=3.094	9.256	.003*	.146
DAT-5(SR)	21.455, <i>p</i> = .000*	(38.762)= 7.143	14.025	.000*	.418
RAVEN	8,798, <i>p</i> = .004*	(48.915)= 8.044	10.149	.000*	.493

* Las diferencias son significativas al nivel .05

puntuaciones *z* obtenidas entre el test PMA(E) y el test RAVEN (*p*= .000), siendo las puntuaciones obtenidas en el test RAVEN superiores a las obtenidas en el test PMA(E) y finalmente, entre las puntuaciones *z* obtenidas en el test DAT-5(SR) y el test RAVEN (*p*= .000), resultando las puntuaciones obtenidas en el test DAT-5(SR) superiores a obtenidas en test RAVEN. Luego, los alumnos con talento obtienen sus puntuaciones más altas en la escala SR del test DAT-5, seguidas de las obtenidas en el test RAVEN y las más bajas en la escala E del test PMA.

En el caso de los alumnos del grupo de control, se obtienen diferencias significativas entre las puntuaciones *z* obtenidas en el test PMA(E) y el test DAT-5(SR) (*p*= .001), siendo las puntuaciones obtenidas en el test DAT-5(SR) superiores a obtenidas en el test RAVEN, y entre las puntuaciones *z* obtenidas en el test DAT-5(SR) y en el test RAVEN, resultando las puntuaciones obtenidas en el DAT-5(SR) superiores a las obtenidas en el test RAVEN (*p*= .000). Finalmente la comparación entre las puntuaciones *z* obtenidas en el test PMA(E) y en el test RAVEN no ha resultado significativa (*p*= .219). Luego, a diferencia de los alumnos con talento, los alumnos del grupo de control obtienen sus puntuaciones más altas en la escala SR del test DAT-5, seguidas de las obtenidas en

la escala E del test PMA y el test de RAVEN, entre las que no existen diferencias.

Considerando las diferencias encontradas en las puntuaciones obtenidas en los test en los dos grupos de alumnos, se realizan análisis de correlaciones de Pearson de forma independiente para el grupo de alumnos con talento y para el grupo de alumnos del grupo de control. En el caso de los alumnos con talento, los resultados indican que existe una correlación positiva significativa entre las puntuaciones obtenidas en el test PMA(E) y las obtenidas en el test de RAVEN (*r*= .510, *p*=.009), no existiendo correlaciones significativas para el resto de test. En el caso de los alumnos del grupo de control los resultados indican que existen correlaciones positivas significativas entre las puntuaciones obtenidas en todos los test: entre las puntuaciones obtenidas en el test PMA(E) y el test DAT-5(SR) (*r*= .616, *p*= .000), entre las puntuaciones obtenidas en el test PMA(E) y el test RAVEN (*r*= .403, *p*= .020) y entre las puntuaciones obtenidas en el test DAT-5(SR) y el test RAVEN (*r*= .703, *p*= .000) (véase Tabla 6).

DISCUSIÓN

Es necesario diferenciar dos aspectos en la relación entre talento matemático y visualización. Por un lado, la capacidad de visualización espacial que poseen estos alumnos y que se analiza mediante test estandarizados. Por otro lado, el uso de la visualización que los alumnos con talento manifiestan en la realización de actividades matemáticas específicas. Esta diferenciación puede explicar los resultados aparentemente contradictorios en la relación entre talento matemático y visualización que son señalados por varios autores (Bishop, 1980; Lean y Clements, 1981).

El análisis de los test demuestra que los alumnos con talento matemático no poseen un déficit en su capacidad

Tabla 3. Medias y desviaciones típicas de las puntuaciones *Z* obtenidas los test

	Talento		Controles	
	Media	DT	Media	DT
PMA(E)_Z	.455	.780	-.202	1.135
DAT-5(SR)_Z	2.038	.339	.531	1.150
RAVEN_Z	1.415	.629	-.651	1.286

Tabla 4. Resultados ANOVAs intrasujeto en alumnos con talento y controles

	<i>W</i> Mauchly	ϵ	<i>F</i>	MC _{error}	<i>p</i>	η^2_p
Talento	(2)= .567, <i>p</i> = .001*	.698	(1.395,33.490)= 47.458	.480	.000*	.664
Controles	(2)= .753, <i>p</i> = .012*	.802	(1.604,51.342)= 18.134	.802	.000*	.362

*Las diferencias son significativa al nivel .05

Tabla 5. Resultados "a posteriori" obtenidos a través de la prueba Bonferroni

Alumnos con talento			
	PMA(E)-Z	DAT-5(SR)_Z	RAVEN_Z
PMA(E)_Z		.000*	.000*
DAT-5(SR)_Z			.000*
Alumnos del grupo de control			
	PMA(E)_Z	DAT-5(SR)_Z	RAVEN_Z
PMA(E)_Z		.001*	.219
DAT-5(SR)_Z			.000*

* La diferencia de las medias es significativa al nivel .05

de visualización espacial, por lo que la preferencia de estos alumnos por métodos no visuales expuesta en diferentes estudios (Presmeg, 1986a) no es consecuencia de una deficiencia en este ámbito. Los alumnos con talento han tenido puntuaciones significativamente más altas que el grupo de control tanto en el test de inteligencia general como en las dos escalas de visualización utilizadas.

Consideramos necesario clarificar los instrumentos utilizados en la relación entre talento matemático y visualización para explicar la disonancia encontrada entre la posesión de mayor (o al menos no deficitaria) capacidad de visualización espacial y los diferentes estudios que señalan que esta capacidad no influye especialmente en su rendimiento matemático (Lean y Clements, 1981), que no constituye una componente necesaria de sus habilidades matemáticas (Krutetskii, 1976) y que no favorece su preferencia por métodos no visuales en la resolución de problemas (Presmeg, 1986a).

En esta aparente disyuntiva que se presenta entre una mayor capacidad de visualización espacial y la preferencia por el uso de métodos no visuales pueden entrar en juego múltiples variables. Si bien la medición de la capacidad mediante test estandarizados admite un alto grado de fiabilidad y validez, registrar el uso de la visualización puesta en juego puede verse condicionado por los instrumentos y las tareas utilizadas por el investigador. Además, el uso de la visualización y la preferencia por métodos visuales también está condicionado por dificultades culturales, cognitivas y sociológicas (Arcavi, 2003; Eisenberg y Dreyfus, 1991).

En cuanto a la selección de los test para evaluar capacidad de visualización espacial, es reseñable que el orden de puntuación haya sido diferente para el grupo de alumnos del grupo de control y el grupo de alumnos con talento, si bien es en la escala SR del test DAT-5 en el que ambos grupos han manifestado menos dificultad. El grupo control presenta menor puntuación en el test de Raven, aunque sin diferencias significativas con la escala E del test PMA. En cambio, el grupo con talento obtiene su menor

Tabla 6. Correlaciones entre las puntuaciones obtenidas en los test

Alumnos del grupo con talento		
	DAT-5(SR)	RAVEN
PMA(E)	.094	.045
DAT-5(SR)		.510**
Alumnos del grupo de control		
	DAT-5(SR)	RAVEN
PMA(E)	.616**	.403*
DAT-5(SR)		.703**

*La correlación es significativa al 0.05 (bilateral)

**La correlación es significativa al 0.01 (bilateral)

puntuación en la escala espacial (E) del test PMA. De este resultado puede concluirse que la escala espacial (E) del test PMA resulta ser un instrumento que discrimina mejor que la escala de relaciones espaciales (SR) del test DAT-5 el grado de visualización de los alumnos con talento. Esta idea puede reforzarse por la correlación encontrada en grupo de alumnos con talento únicamente entre el test Raven y el test PMA en su factor espacial mientras que en el grupo control correlacionaban los tres test. Diferentes autores han señalado que en el test DAT los alumnos con talento obtenían altas puntuaciones y por lo tanto no era apropiado para medir cambios en las habilidades de visualización (Mack, 1992).

En el test de Raven 19 de los 23 alumnos presentados del grupo talento obtuvieron una puntuación superior a 75, que es un indicador que se ha utilizado en otros estudios para seleccionar a los alumnos con talento. Los cuatro alumnos restantes se sitúan en el centil 58 y ocupan posiciones desiguales (9, 15, 19 y 20) en la prueba de selección. Se puede utilizar conjuntamente la puntuación en el test de Raven y en la prueba de selección como indicadores del talento matemático, al medir respectivamente, inteligencia general y características específicas de las tareas matemáticas. La relación entre la inteligencia general y la capacidad visualizadora puede deducirse de la correlación existente entre el test Raven y la escala espacial (E) del test PMA, tanto en el grupo control como en el talento.

Puede concluirse que la capacidad de visualización espacial de estos alumnos, que está relacionada con su inteligencia general, no ha sido un factor que haya influido para ser seleccionados como alumnos con talento matemático. Esta baja relación entre las aptitudes recogidas en test psicométricos y las características del talento matemático obtenidas a partir de la resolución de problemas propuestos en el proyecto ESTALMAT ha sido recogida en las investigaciones de Pasarín, Feijoo, Díaz y Rodríguez, (2004). Sin embargo contrasta con la elevada

correlación entre los factores espaciales del PMA y la eficiencia en la resolución de los problemas encontrada por Díaz, Sánchez, Pomar y Fernández (2008) también a partir de los alumnos presentados al proyecto. Una posible explicación de estos resultados es la influencia del tipo de problemas que afrontan los alumnos, ya que en la prueba de selección analizada las actividades no han demandado que los alumnos utilicen su capacidad de visualización espacial.

Las conclusiones principales de esta investigación pueden sintetizarse en los siguientes aspectos: a) los alumnos con talento matemático han puntuado de manera significativamente más alta que los alumnos del grupo control tanto en el test de inteligencia general, test Raven, como en los factores espaciales de los test PMA (E) y DAT-5 (SR) y, b) en los alumnos con talento matemático, la escala espacial (E) del test PMA resulta un instrumento más discriminatorio del grado de visualización que la escala de relaciones espaciales (SR) del test DAT-5.

Se considera una limitación de esta investigación el número de sujetos de la muestra utilizada y se propone como línea de trabajo futura analizar el uso que los alumnos con talento matemático manifiestan al resolver tareas matemáticas específicas, contrastando este uso con la capacidad manifestada en los test.

REFERENCIAS

- Alonso, D., & Fuentes, L. J. (2001). Mecanismos cerebrales del pensamiento matemático. *Revista de Neurología*, 33(6), 68-576.
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 215-241.
- Ben-Chaim, D., & Lappan, G. (1989). The Role of Visualization in the middle school mathematics curriculum. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(1), 49-60.
- Bennett, G. K., Seashore, H. G., & Wesman, A. G. (2000). *Test de Aptitudes Diferenciales (DAT-5). Manual*. Madrid: TEA Ediciones.
- Bishop, A. (1980). Spatial Abilities and Mathematics Education: A Review. *Educational Studies in Mathematics*, 11(3), 257-269.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Desco, M., Navas-Sánchez, F. J., Sánchez-González, J., Reig, S., Robles, O., Franco, C., ... Arango, C. (2011). Mathematically gifted adolescents use more extensive and more bilateral areas of the fronto-parietal network than controls during executive functioning and fluidreasoning tasks. *NeuroImage*, 57, 281-292.
- Desco, M., Sanchez-González, J., Robles, O., Navas, J., Reig, S., Franco, C., ... Arango, C. (2009). fMRI study of math-gifted adolescents and controls while performing the Raven's Progressive Matrices task. *NeuroImage*, 47, Supplement 1, s111.
- Díaz, O., Sánchez, T., Pomar, C., & Fernández, M. (2008). Talentos matemáticos: Análisis de una muestra. *FAISCA, Revista de Altas Capacidades*, 13(15), 30-39.
- Eisenberg T., & Dreyfus, T. (1991). On the reluctance to visualize in mathematics. En W. Zimmermann & S. Cunningham (Eds.), *Visualization in teaching and learning mathematics*, (pp. 25-38). Washington, DC: Mathematical Association of America.
- Freed, J., Kloth, A., & Billett, J. (2006). Teaching the gifted visual spatial learner. *Understanding Our Gifted*, 18(4), 3-6.
- Freiman, V. (2006). Problems to discover and to boost mathematical talent in early grades: A Challenging Situations Approach. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 3(1), 51-75.
- Gruessing, M. (2011). Spatial abilities and mathematics achievement among elementary school children. En B. Ubuz (Ed.), *Proceedings of the 35th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, (p. 306). Ankara, Turkey: PME.
- Guillén, G. (2010). ¿Por qué usar los sólidos como contexto en la enseñanza/aprendizaje de la geometría? ¿Y en la investigación? En M. M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo, & T. A. Sierra, (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp. 21-68). Lleida: SEIEM.
- Hoffer, A. R. (1977). *Mathematics Resource Project: Geometry and Visualization*. Palo Alto, Calif.: Creative Publications.
- Krutetskii, V. A. (1976). *The psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lean, G., & Clements, M. A. (1981). Spatial ability, visual imagery, and mathematical performance. *Educational Studies in Mathematics*, 12(3), 267-299.
- Mack, W. (1992). *The effect of Training in Computer-Aided Design on the Spatial Visualization Ability in Selected Gifted Adolescents. Dissertation Abstracts International*, 53, 03A. (UMI No. AAG9500831)
- Marland, S. P. (1972). *Education of the gifted talented. Vol. 1. Report to the Congress of the United States by the U.S. Commissioner of education*. Washington, DC: United States Government Printing Office.
- Neto, F., Furnham, A., & Conceição, M. (2009). Estimating One's Own and One's Relatives' Multiple Intelligence: A Cross-Cultural Study from East Timor and Portugal. *The Spanish Journal of Psychology*, 12(2), 518-527.
- Pasarin, M. J., Feijoo, M., Díaz, O., & Rodríguez, L. (2004). Evaluación del talento matemático en educación secundaria. *FAISCA, Revista de Altas Capacidades*, 11, 83-102.
- Passow, A. (1993). National/State policies regarding education of the gifted. En K. Sellar, F. Mönks & A. Passow (Eds.), *Internacional Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent* (pp. 29-46). Oxford: Pergamon Press.
- Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2009). Psychological aspect: Identification of giftedness in earlier ages. In M. Tzekaki, M. Kaldrimidou & H. Sakonidis (Eds.), *Proceedings of the 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 1, pp. 191-194). Thessaloniki, Greece: PME.

- Prescott, J., Gavrilescu, M., Cunnington, R., O'Boyle, M. W., & Egan, G. F. (2010). Enhanced brain connectivity in math-gifted adolescents: An fMRI study using mental rotation. *Cognitive Neuroscience*, 1, 277-288.
- Presmeg, N. (1986a). Visualisation and mathematical giftedness. *Educational Studies in Mathematics*, 17(3), 297-311
- Presmeg, N. (1986b). Visualisation in High School Mathematics. *For Learning of Mathematics*, 6(3), 42-46.
- Presmeg, N. (2006). Research on visualization in learning and teaching mathematics. En A. Gutiérrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education* (pp. 205-235). Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- Raven, J. C., Court, J. H., & Raven, J. (1993). *Test de Matrices Progresivas. Escalas Coloreadas, General y Avanzadas*. Buenos Aires: Paidós.
- Rivera, F. D. (2011). *Towards a Visually-Oriented School Mathematics Curriculum*. Mathematics Education Library 49, Springer Science+Business Media B.V.
- Ryu, H. Chong, Y., & Song, S. (2007). Mathematically gifted students' spatial visualization ability of solid figures. En J. H. Wo., H. C. Lew, K. S. Park & D. Y. Seo (Eds.), *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (vol. 4, pp. 137-144). Seoul: PME.
- Secadas, F. (1961). *El test AMPE. Test de inteligencia. Manual del examinador*. Madrid: CSIC, Instituto San José de Calasanz.
- Thurstone, L. L., & Thurstone, T. G. (1941). *Factorial studies of intelligence*. Chicago: University of Chicago Press.
- Thurstone, L. L., & Thurstone, T. G. (1976). *P.M.A.: Aptitudes Mentales Primarias*. Madrid: TEA.
- Van Garderen, D. (2006). Spatial visualization, visual imagery, and mathematical problem solving of students with varying abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 39(6), 496-506.

Recibido 17 de marzo de 2012
Aceptado 23 de agosto de 2012