

La validez de constructo del Test de Diagnóstico Aritmético KeyMath

Elvira PÉREZ-SANTAMARINA PICÓN
Universidad de Granada

Resumen

Para investigar la validez de constructo interna del *KeyMath Diagnostic Arithmetic Test* se aplicó el instrumento a 517 alumnos de 1º a 6º curso de E.G.B. Se correlacionaron las puntuaciones obtenidas en los subtests que componen cada área. También se han estudiado las correlaciones entre la puntuación total y la de cada subtest. La presencia de correlaciones altas y positivas entre las puntuaciones apoya la validez de constructo del instrumento.

Palabras clave: KeyMath, validez de constructo, evaluación psicopedagógica.

Abstract

To investigate the construct validity of the *KeyMath Diagnostic Arithmetic Test*, this instrument was administered to 517 students from grades 1 to 6. The scores obtained in each subtest of the original areas were correlated. Correlations between total and subtest scores were also determined. The presence of high and low correlations among scores confirms the instrument's construct validity.

Key words: KeyMath, construct validity, psychoeducational assessment.

De la Orden, Gaviria y Lázaro (1993) consideran que las habilidades son conocimientos o destrezas requeridos para llevar a cabo ciertas tareas específicas. Una habilidad es necesaria para realizar una tarea y puede tener dos valores: presente o ausente. Una tarea compleja puede exigir la presencia de varias habilidades; también es posible que una habilidad permita realizar

varias tareas. La naturaleza jerárquica del conocimiento matemático requiere el conocimiento de una serie de habilidades que resultaran imprescindibles para la adquisición de conocimientos posteriores.

El KeyMath Diagnostic Arithmetic Test (Connolly, Natchman y Pritchett, 1976) es un instrumento destinado a evaluar las habilidades matemáticas básicas.

Está compuesto por 14 subtests agrupados en tres áreas: *Contenidos*, *Operaciones* y *Aplicaciones*. Pertenecen al área de *Contenidos* los subtests *Numeración*, *Fracciones* y *Geometría-Símbolos*. Este área se centra en el conocimiento y comprensión de aspectos matemáticos tales como la identificación de la cantidad, el reconocimiento de números ordinales, cardinales, romanos y decimales; la diferenciación de símbolos aritméticos y la denominación de las relaciones entre líneas.

El área de *Operaciones* incluye los subtests *Adición*, *Sustracción*, *Multipliación*, *División*, *Cálculo mental* y *Razonamiento Numérico*. Estos procesos de cálculo tradicionales se presentan al alumno en orden de dificultad creciente. Los cuatro primeros subtests de esta área son los únicos de toda la prueba que requieren el uso de papel y lápiz.

En el área de *Aplicaciones* se agrupan los subtests *Problemas verbales*, *Elementos ausentes*, *Dinero*, *Medida* y *Tiempo*. Todos ellos se concretan en ítems relacionados con la funcionalidad de las matemáticas en la vida cotidiana y tienen para los autores de la prueba la misma importancia que las otras dos áreas.

Una fuerte relación entre los subtests que componen cada área, apoyaría la validez de constructo del instrumento en fase de adaptación. Partimos del supuesto de que si los subtests miden habilidad matemática, deben presentar correlaciones positivas con todos los demás y especialmente con los de su misma área. De ahí que el objetivo de la presente investigación sea estimar la validez de constructo del test *KeyMath*, es decir, comprobar si la estructura interna de la versión castellana se agrupa en las mismas áreas que en el test original americano.

Método

Sujetos

Los sujetos de este estudio fueron 517 alumnos granadinos de los cursos 1º, 2º, 3º, 4º, 5º y 6º de E.G.B, matriculados en tres colegios públicos y en tres privados de Granada capital, de los cuales 263 eran niños y 254 eran niñas.

Procedimiento

A cada uno de los sujetos se les administró la prueba, traducida y adaptada a nuestro contexto cultural y educativo (Pérez-Santamarina, 1985), siguiendo las normas de aplicación estandarizadas indicadas en el Manual. Se ha calculado la matriz de correlación entre subtests para estudiar la cuantía de la relación entre los diferentes subtests, así como la correlación entre el total de la prueba con cada uno de los subtests. Para ello se ha utilizado el BMDP8D.

No se ha realizado Análisis Factorial debido a la reiterada comprobación práctica de que en los tests de rendimiento, las puntuaciones se agrupan en torno a la dificultad.

Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1. En ella el triángulo que señala el área de *Contenidos* muestra una correlación alta entre el subtest 1, *Numeración* y el subtest 3, *Geometría-Símbolos* ($r=.80$). Sin embargo el subtest 2, *Fracciones*, presenta correlaciones con el subtest 1, *Numeración* ($r = .51$) y con el subtest 3, *Geometría-Símbolos* ($r = .48$), inferiores a lo que sería deseable para que esos tres subtests constituyeran un área claramente diferenciada.

Tabla 1. Matriz de correlaciones entre subtests.

	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6	Test 7	Test 8	Test 9	Test 10	Test 11	Test 12	Test 13	Test 14	TOTAL
TEST 1	1.0000														
TEST 2	0.5156	1.0000													
TEST 3	0.8075	0.4878	1.0000												
TEST 4	0.7364	0.4036	0.8164	1.0000											
TEST 5	0.7560	0.3844	0.7867	0.8034	1.0000										
TEST 6	0.7734	0.4170	0.8653	0.8142	0.8110	1.0000									
TEST 7	0.7629	0.4573	0.7779	0.7590	0.7853	0.8452	1.0000								
TEST 8	0.7726	0.4503	0.7563	0.7090	0.7342	0.7449	0.7264	1.0000							
TEST 9	0.7073	0.4331	0.7480	0.6992	0.6758	0.6913	0.6398	0.7019	1.0000						
TEST 10	0.7812	0.5259	0.7475	0.7135	0.7155	0.7066	0.7235	0.7670	0.7182	1.0000					
TEST 11	0.7804	0.4632	0.7860	0.7191	0.7465	0.8017	0.7835	0.7303	0.6815	0.7639	1.0000				
TEST 12	0.8086	0.5365	0.7828	0.7320	0.7383	0.7763	0.7589	0.7454	0.6885	0.8014	0.7953	1.0000			
TEST 13	-0.8210	0.5532	0.8161	0.7494	0.7589	0.7857	0.7950	0.8011	0.7237	0.8154	0.8052	0.8460	1.0000		
TEST 14	0.8162	0.4820	0.8498	0.7657	0.7560	0.8270	0.7892	0.7669	0.7035	0.7766	0.8071	0.8119	0.8593	1.0000	
TOTAL	0.8956	0.5595	0.9119	0.8585	0.8610	0.8964	0.8781	0.8586	0.8015	0.8715	0.8798	0.8987	0.9315	0.9217	1.0000

Área de Contenidos.Área de Operaciones.Área de Aplicaciones.

La correlación entre el subtest 1, *Numeración* y el resto de los subtests no pertenecientes al área de *Contenidos* son altas, oscilando desde ($r = .70$) en el subtest 9, *Razonamiento numérico*, hasta ($r = .82$) en el subtest 13 *Medida*. Estos resultados lejos de ser alarmantes son coherentes con los informes de Connolly (1988) y Bachor (1990), sobre la importancia del subtest *Numeración* en todo el currículo de Matemáticas; el rendimiento en todos los demás subtests depende de la comprensión de los conceptos numéricos por parte del alumno.

Por el contrario, las correlaciones entre el subtest 2, *Fracciones* y el resto de los subtests no pertenecientes al área de *Contenidos* no pueden considerarse altas, oscilando entre ($r = .38$) con el subtest 5, *Sustracción* y ($r = .55$) con el Subtest 13, *Medida*. Estos resultados parecen indicar, que el Subtest 2, *Fracciones*, está midiendo aspectos diferentes a los que evalúan los res-

tantes subtests. Recordando a Smith y Rivera (1991), el conocimiento de las fracciones implica una comprensión progresiva de las relaciones entre las partes y el todo, así como la equivalencia entre fracciones y decimales. No resulta fácil la enseñanza-aprendizaje de estos aspectos en los primeros años de enseñanza primaria. Probablemente esa sea la razón por la que en la revisión del *KeyMath Diagnostic Arithmetic Test*, realizada por Connolly (1988), se eliminara el subtest *Fracciones*, aunque algunos de sus ítems se incluyen en un nuevo subtest denominado *Números racionales*, según informa Bachor (1990).

Los resultados obtenidos para el área de *Contenidos* se ven respaldados por la investigación de Goodstein, Kahn y Cawley (1976) según la cual la validez factorial obtenida para el área de *Contenidos* fue menor que la obtenida para las áreas de *Operaciones* y *Aplicaciones*.

En el triángulo que enmarca el área de *Operaciones* encontramos interesantes informaciones sobre las relaciones entre los diferentes subtests que la componen. Consideraremos las más relevantes:

Las correlaciones altas entre los subtest 4, *Adición* y 7, *Multipliación* ($r=.81$) se ven respaldadas teóricamente por la concepción piagetiana de la multiplicación según la cual esta operación no es distinta de la de la suma, puesto que resuelve las mismas situaciones problemáticas. En la misma línea Luceño (1993) considera la multiplicación como una suma abreviada de sumandos iguales. La relación entre el subtest 4, *Adición* y el subtest 5, *Sustracción* ($r=.80$), tampoco es extraña. De acuerdo con Luceño (1993), entendemos la resta como una forma de deshacer lo que hace la suma. También se explica la resta por el principio de composición aditiva de las cantidades, que proponen Resnick y Omason (1987); según este principio, para entender que $5 - 3 = 2$ hay que entender previamente que 5 se puede descomponer en 2 y en 3.

Las correlaciones algo más bajas con los subtests 9, *Razonamiento numérico* ($r=.69$) y 8, *Cálculo mental* ($r=.70$) podrían explicarse por la implicación en ellos de los procesos de abstracción y de memoria descritos por Baroody (1988).

La relación entre los subtest 6, *Multipliación* y 7, *División* ($r=.84$), puede explicarse si consideramos que uno de los significados psicológicos de la división es considerar cuántas veces está contenido un número en otro (Luceño 1993). Según este mismo autor, la división se plantea como una operación inversa a la multiplicación en la que se determina el factor desconocido, conociendo el producto total y uno de los factores.

La relación entre los subtest 6, *Multipliación* y 8, *Cálculo mental* ($r=.74$) resulta explicable si recordamos el aprendizaje memorístico de la tabla de multiplicar. Por otra parte el cálculo mental requiere tener un buen dominio de las combinaciones numéricas básicas (Baroody, 1988).

El subtest 7, *División*, muestra una correlación ($r=.72$) con el subtest 8 *Cálculo mental*. No es de extrañar esta relación si recordamos que la operación de dividir requiere ir multiplicando el cociente por el divisor y ese proceso exige calcular mentalmente. También es frecuente en la división comprender y memorizar reglas tales como «son divisibles por cinco todos los números que acaban en 0 o en cinco», etc.

La correlación que ofrece el subtest 9, *Razonamiento numérico* con el subtest 8, *Cálculo mental*, que pertenece a su misma área es de .70. Como habrá podido observarse el subtest 9 *Razonamiento numérico* no ofrece correlaciones tan elevadas como podía esperarse tratándose de un test de matemáticas. Este hecho puede deberse a que los principios de abstracción y razonamiento no tienen significado pleno hasta los diez años aproximadamente según defendía Flavell (1993); y en nuestra muestra, solamente dos cursos (5° y 6°) tenían más de diez años. En la revisión de Connolly (1988), no se mantiene este subtest. Los ítems que lo forman probablemente estén evaluando razonamiento unido a otros factores.

En el área de *Aplicaciones*, enmarcada por el tercer triángulo, las altas correlaciones entre el subtest 10, *Problemas verbales*, y los restantes subtests que componen el área ($r=.80$ con el subtest 11, *Elementos ausentes*) ($r=.81$ con el subtest 12, *Dinero*), no resultan extraños, ya que tanto los aprendizajes formales como los

informales generan situaciones en las que se anima al niño a que mida objetos, haga estimaciones, compare pesos y utilice dinero.

Las correlaciones entre los restantes subtests del área de *Aplicaciones* (se mueven en un rango que oscila entre $r = .79$ y $r = .85$), aportan suficiente solidez para mantenerlas agrupadas en una misma área.

Con respecto a la puntuación total pueden observarse correlaciones altas en relación con todos los subtests. Dichas correlaciones oscilan entre ($r = .80$) del subtest 9, *Razonamiento numérico* y ($r = .93$) del subtest 13, *Medida*. La única excepción a estas altas correlaciones es la del subtest 2, *Fracciones* ($r = .56$). Los resultados referentes a las correlaciones entre la puntuación total y las tres áreas en las que se agrupan los subtests también muestran correlaciones altas. El área de *Aplicaciones* ofrece una correlación media de ($r = .89$) que es ligeramente superior a la del área de *Operaciones* ($r = .85$) y a la del área de *Contenidos* ($r = .78$). Estos resultados son coherentes con el planteamiento del *KeyMath* de dar al área de *Aplicaciones* el mismo estatus que a las restantes áreas, dada su importancia en las actividades de la vida cotidiana.

Todas las correlaciones son significativas a un nivel de confianza de .05.

Conclusiones

Se ha encontrado una mayor relación entre los subtests que pertenecen a una misma área, que entre los subtests pertenecientes a áreas distintas, lo cual respalda el mantenimiento de la organización de los subtests en tres áreas diferenciadas: *Contenidos*, *Operaciones* y *Aplicaciones*. No obstante, la correlación obtenida entre el

subtest A, *Numeración* y el resto de los subtests es también alta, lo cual indica los fuertes nexos existentes entre el conocimiento del número, la habilidad de contar, las seriaciones, etc., con el resto de los conocimientos matemáticos.

Las tres áreas reproducen la estructura conceptual del instrumento original en un contexto cultural, educativo y lingüístico diferente.

Las correlaciones entre los diversos subtests son coherentes con la literatura revisada sobre el desarrollo de las habilidades matemáticas básicas que esos tests evalúan.

La cohesión entre los subtests del área de *Aplicaciones* es ligeramente superior a la existente en las áreas de *Contenidos* y *Operaciones*. El subtest 2, *Fracciones*, necesita ser revisado y probablemente reformulado.

Hay correlaciones altas entre los subtests y el test total. En el área de *Contenidos* destaca el subtest 3, *Geometría-Símbolos*; en el área de *Operaciones* destaca el subtest 6, *Multiplicación*; y en el área de *Aplicaciones* sobresalen las correlaciones obtenidas en los subtests 13, *Medida*; 14, *Tiempo* y 12, *Dinero*.

Consideramos que el estudio informado en este artículo es importante y necesario en el proceso de validación del test, pero no suficiente para considerarlo definitivamente validado. Se están realizando estudios sobre la validez de contenido. Sus resultados mejorarán nuestra certeza sobre la validez de la prueba.

Referencias

- Bachor, D.G. (1990). *KeyMath-Revised (KMR) Diagnostique*, 15 (1-4), 87-98.

- Baroody, A.J. (1988). *El pensamiento matemático de los niños*. Madrid, Visor-MEC.
- Connolly, A.J. (1988). *KeyMath Revised*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Connolly, A.J., Nachtman, W., y Pritchett, E. (1976). KeyMath Diagnostic Arithmetic Test. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- De la Orden, A., Gaviria, J.L. y Lázaro, A. (1993). Modelos de construcción y validación de instrumentos diagnósticos. En *Investigación sobre diferenciación Educativa y Orientación. La dimensión metodológica. Actas del VI Seminario de Modelos de Investigación Educativa*. Madrid, AIDIPE, 23-25 de Septiembre.
- Flavell, J.H. (1993). *El desarrollo cognitivo*. Madrid, Aprendizaje-Visor.
- Goodstein, H.A., Kahn, H. y Cawley, J.F. (1976). The achievement of Educable Mentally Retarded Children on the KeyMath Diagnostic Arithmetic Test. *The Journal of Special Education*, 10 (1), 61-70.
- Luceño, J.L. (1993). *El número y las operaciones aritméticas básicas: Su psicodidáctica*. Alcoy, Marfil.
- Paz, M.D. (1996). Validez. En J. Muñiz, *Psicometría* (pp. 49-103). Madrid: Universitas.
- Pérez-Santamarina, E. (1985). *Adaptación del test de Diagnóstico Aritmético KeyMath a la población escolar andaluza: Primera fase*. Tesis de Licenciatura. Sin publicar. Universidad de Granada. Facultad de Filosofía y Letras.
- Resnick, L.B. y Omason, S.F. (1987). Learning to understand arithmetic. En R. Glaser (Ed.) *Advances in Instructional Psychology* (pp. 41-5). N. J.: Erlbaum.
- Smith, D.D. y Rivera, D.P. (1991). Mathematics. En B. Y. Wong (Ed.) *Learning Disabilities*. (pp. 345- 374). San Diego, CA: Academic Press.