

Evaluando competencias y conocimientos matemáticos de maestros en formación[E1]

Evaluating mathematical competencies and knowledge of prospective primary school teachers

José María Muñoz Escolano¹, Antonio M. Oller Marcén²

¹[E2] Departamento de Matemáticas/ Universidad de Zaragoza

² Centro Universitario de la Defensa

Resumen[E3]

En el presente trabajo presentamos un test diseñado para detectar las competencias y conocimientos matemáticos adquiridos por alumnos de segundo curso de la Diplomatura de Maestro (especialidad en Educación Primaria) tras haber cursado dos asignaturas cuatrimestrales de contenido mayoritariamente matemático. También se realiza un análisis de los resultados obtenidos por 173 alumnos de los centros de Zaragoza, Huesca y Teruel en dicho test. Estos resultados, además de poseer interés en sí mismos pueden ser de utilidad a la hora de diseñar y mejorar las asignaturas de los nuevos grados de maestro.

Palabras clave[E4]

Competencia matemática. Conocimientos matemáticos. Maestros en formación.

Abstract[E5]

In this work we present a test designed to detect the mathematical competencies and knowledge acquired by students in their second year of a degree in Primary Education after taking two subjects with a mainly mathematical content. We also analyze the results obtained in that test by 173 students from Zaragoza, Huesca and Teruel. These results, which are interesting in themselves, might help to design and improve the subjects of the new degrees.

Keywords[E6]

Mathematical competence. Mathematical knowledge. Prospective primary school teachers.

1. INTRODUCCIÓN[E7]

En los últimos años, motivados por el impacto de estudios internacionales acerca de la competencia matemática en Primaria y Secundaria como PISA (INECSE, 2010) o TIMSS (López y Moreno, 1997), diversos estudios tanto internacionales (Tatto y otros, 2008) como nacionales (Escolano y otros, 2011) se han centrado en la evaluación de las competencias matemáticas de los maestros en formación. La importancia de este tipo de investigaciones sobre futuros profesionales de la educación está plenamente justificada ya que en ellas se concluye que la adquisición y el

alto grado de dominio de la competencia matemática están fuertemente relacionados con la adquisición de otras competencias profesionales.

En diferentes universidades españolas se han llevado a cabo otros estudios similares sobre futuros maestros (Hernández y otros, 2001; Nortes y otros, 2009), estando éstos más centrados en evaluar el grado de adquisición de contenidos matemáticos propios de la Educación Secundaria. Sin embargo, cabe señalar que no existían datos disponibles en este tipo de estudios respecto a los estudiantes de las Diplomaturas de Maestro en la Universidad de Zaragoza.

Junto a este déficit, otra de las razones que motiva este trabajo ha sido la planificación de las nuevas asignaturas de la materia de Matemáticas que conlleva la implantación de los nuevos Grados de Maestro en Educación Primaria. El área de Matemáticas, junto con la de Lengua castellana y literatura y la de Conocimiento del medio natural, social y cultural, es el área de conocimiento que tiene más presencia en el currículo oficial de Educación Primaria en cuanto a su distribución horaria y, por tanto, se le otorga un valor fundamental en la formación de ciudadanos tanto por parte de las Autoridades Educativas como por parte de la Sociedad en general. Que los futuros maestros de Educación Primaria posean un alto grado de competencia matemática y por ende, de competencia profesional como docentes que imparten matemáticas, es uno de los grandes retos a los que debemos hacer frente desde las facultades de educación en sus Grados de Maestro de Educación Primaria. Se desea pues evaluar el grado de conocimientos y de competencias matemáticas adquiridas por los alumnos en el modelo anterior, para así tener una idea más clara de en qué dirección deben avanzar los nuevos programas.

2. CONTEXTO DEL ESTUDIO [E8]

El estudio realizado se centra en alumnos de segundo curso de la Diplomatura de Maestro (especialidad en Educación Primaria). Más concretamente en alumnos matriculados durante el curso 2010-2011 en la asignatura “El currículum de matemáticas en Educación Primaria”; asignatura anual del plan de estudios citado anteriormente.

La elección de este grupo concreto de alumnos viene motivada por el hecho de que, en este punto de su formación, dichos estudiantes ya han debido cursar (no necesariamente superar) dos asignaturas de contenido eminentemente matemático. En concreto:

- Matemáticas y su didáctica I: Asignatura cuatrimestral de 6 créditos, que comprende aspectos aritméticos relacionados con el número natural.
- Matemáticas y su didáctica II: Asignatura cuatrimestral de 6 créditos, que comprende aspectos de geometría euclídea básica (tanto plana como espacial).

Adicionalmente, para el momento en que se realizó la prueba los alumnos ya habían recibido clases de la asignatura “El currículum de matemáticas en

Educación Primaria” (algunos, como es natural, no la cursaban por primera vez) que comprende aspectos aritméticos relativos al número racional. En resumen, consideramos que en el momento de realizar el test los alumnos han recibido una formación matemática relativamente importante que se une, además, a su formación preuniversitaria.

Otro de los motivos por los que se eligió la especialidad de Educación Primaria, fue que es la única impartida en los tres centros de la Universidad de Zaragoza en los que se imparte la Diplomatura de Maestro:

- Facultad de Educación, en Zaragoza.
- Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, en Huesca.
- Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, en Teruel.

En el momento de la realización del estudio el primer autor se encontraba impartiendo clases en la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, mientras que el segundo lo hacía en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas.

Dada la naturaleza de la prueba, la participación por parte de los alumnos fue totalmente voluntaria, aunque se trató de que el número de participantes fuera lo mayor posible. De hecho el test fue realizado prácticamente por todos los alumnos que asistían regularmente a clase. El número total de alumnos participantes fue de 173, repartidos entre los tres centros del siguiente modo:

	Huesca	Teruel	Zaragoza
<i>Nº de alumnos</i>	62	54	57
<i>Porcentaje</i>	35,8%	31,2%	32,9%

Tabla 1: Distribución de alumnos por centros.

Como se puede observar en la tabla anterior, el reparto de los alumnos entre los tres centros resultó ser bastante equitativo. Este hecho resulta bastante conveniente puesto que uno de los objetivos perseguidos en el estudio fue detectar posibles diferencias entre los distintos centros.

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL TEST

3.1. Fase de elaboración [E9]

Atendiendo a la motivación del proyecto, se diseñó un test para evaluar el dominio o el grado de adquisición de los maestros en formación tanto de competencia matemática como de diversos contenidos del currículo matemático propio de la Educación Primaria. En el currículo de Educación Primaria se indica que la competencia matemática “cobra realidad y sentido en la medida en que los elementos y razonamientos matemáticos son utilizados para enfrentarse a aquellas situaciones cotidianas que los precisan”. Por este motivo, se juzga necesario incluir problemas o situaciones cotidianas en el que se vean envueltos alguno de los contenidos presentes en el currículo de Educación Primaria. Para la elaboración de dichos problemas, se realizan adaptaciones de diversos problemas liberados del estudio PISA.

En paralelo, una vez revisados los programas de las asignaturas de matemáticas del plan de estudios de la Diplomatura, el resto de los ítems son redactados con la finalidad de obtener una visión más precisa del dominio de los maestros en formación de otros contenidos propios del currículo, tanto de índole conceptual como procedimental.

Por este motivo, se decidió estructurar el test en tres grandes bloques: *Aritmética*, *Medida* y *Geometría*. Éstos se corresponden con tres de los cuatro bloques de contenidos del currículo de matemáticas de Educación Primaria. Debido a que la extensión del test era considerable y a que existían restricciones en el tiempo que se disponía para que los alumnos lo cumplimentasen, no se incluyeron en el test ítems sobre el cuarto bloque de contenidos: *Tratamiento de la información, azar y probabilidad*, quedando este aspecto pendiente de abordar en futuros trabajos.

Aunque desde un principio se acordó que el test se realizase de manera anónima, se estimó interesante incluir otro bloque de ítems en la primera página del test para recabar distintos datos estadísticos de los alumnos que ha permitido realizar un análisis más fino de los resultados.

Diseñado el test, se envía la prueba a los profesores responsables de la docencia de la asignatura “El currículum de matemáticas en Educación Primaria” para recoger sus sugerencias acerca de la pertinencia de las preguntas así como para incluir posibles modificaciones a las mismas y evaluar si disponían del tiempo necesario para que los alumnos completasen el test.

Tras todo este proceso, la estructura final del test es la siguiente:

- Bloque D: Datos estadísticos o información sobre el alumno, con 7 ítems. Se pregunta a los estudiantes sobre su edad, su situación académica respecto a las asignaturas de matemáticas de la diplomatura, sus concepciones sobre la importancia de las matemáticas tanto en su formación como docentes como en la formación de los alumnos de Primaria y su autoconcepto como futuro profesional de la educación que impartirá matemáticas;
- Bloque A: Referente al bloque Aritmética, con 4 ítems. Se plantean 2 cuestiones para evaluar el dominio de los algoritmos de la división y multiplicación de números naturales así como del sistema de numeración oral y escrito. Además se plantean 2 problemas, uno que involucra conceptos relacionados con el número racional y otro de números naturales que admite distintas estrategias de resolución;
- Bloque M: Referente al bloque Medida, con 3 ítems. Se plantea 1 cuestión con cinco subapartados para evaluar las técnicas de cambio de unidad de medida propias del sistema decimal como de otros sistemas no decimales. Además se proponen 2 problemas para evaluar el dominio y las estrategias que emplean los alumnos para realizar operaciones de cambio de divisas y de lectura de relojes analógicos y operaciones con distintas unidades de tiempo; y
- Bloque G: Referente al bloque Geometría, con 4 ítems. Se plantean cuestiones de geometría tanto métrica como sintética, haciendo

especial énfasis en la visión espacial y el reconocimiento de figuras y cuerpos geométricos.

3.2. Los ítems de la prueba [E10]

A continuación, transcribimos las preguntas del test:

BLOQUE D:

D1.- Escribe tu edad.

D2.- ¿Cuál es el último curso de Educación Secundaria (E.S.O. + Bachillerato) en el que has dado matemáticas?

D3.- ¿Has aprobado Matemáticas y su Didáctica I? Explica, con tus palabras, el contenido de la asignatura Matemáticas y su Didáctica I.

D4.- ¿Has aprobado Matemáticas y su Didáctica II? Explica, con tus palabras, el contenido de la asignatura Matemáticas y su Didáctica II.

D5.- Puntúa entre 1 y 10 la importancia que crees que tienen las matemáticas en tu formación como futuro maestro.

D6.- Puntúa entre 1 y 10 la importancia que crees que tienen las matemáticas en la formación de un alumno de Educación Primaria.

D7.- ¿Te consideras capacitado/a para enseñar matemáticas a tus futuros alumnos? Explica tu respuesta.

BLOQUE A:

A1.- Calcula el cociente y el resto enteros de la división (sin decimales) de cuatro millones ochocientos noventa mil cincuenta y uno entre trece mil doscientos cinco.

A2.- Calcula el resultado de multiplicar trescientos cincuenta y un mil dos por mil tres. Expresa el resultado con números y con letras.

A3.- En un parque hay plantados pinos, abedules y olmos. La tercera parte de los árboles son pinos, la quinta parte olmos y hay 21 abedules. ¿Cuántos pinos y abedules hay en el parque?

A4.- Tengo 51 libros colocados en 2 estanterías. En una estantería hay 7 libros más que en la otra. ¿Cuántos libros hay en cada estantería?

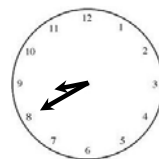
BLOQUE M:

M1.- Completa las siguientes igualdades:

- a) 1,23 Hm. = ___ dm. b) 212,12 mg. = ___ Kg. c) 0,97 cl. = ___ dal.
d) 15 meses = ___ años e) 3,8 años = ___ días

M2.- 14 zloty polacos valen lo mismo que 3 libras inglesas. Por otro lado 5 libras equivalen a 6 euros. ¿Cuántos zloty obtendrás a cambio de 10 euros?

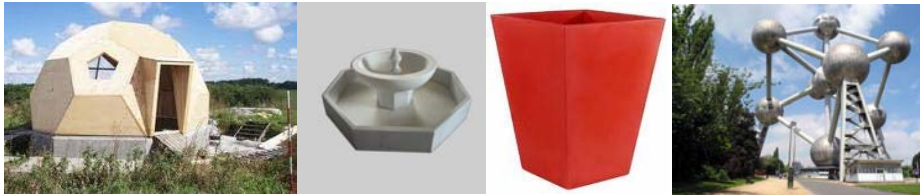
M3.- Al salir de casa, camino de la estación, María mira el reloj de su mesilla de noche que marca las 18:50. Al llegar a la estación, el reloj del vestíbulo marca la hora que indica el



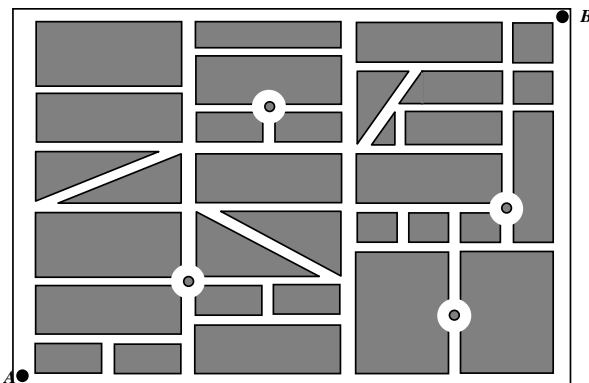
dibujo. ¿Cuánto tiempo le ha costado a María ir desde su casa hasta la estación?

BLOQUE G:

G1.- Nombra todas las figuras y cuerpos geométricos que seas capaz de encontrar en las siguientes fotos, indicando dónde aparecen:



G2.- Observa este plano de una ciudad.



Responde razonadamente a las siguientes cuestiones que se plantean a continuación:

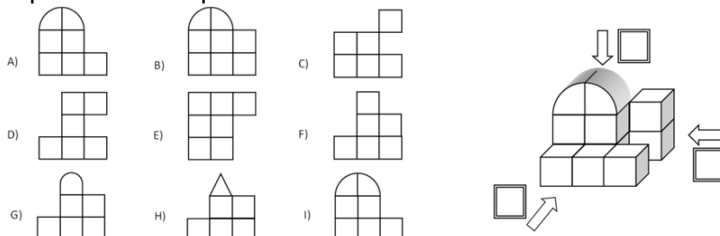
a) Elige y dibuja en el mapa un camino desde el punto A hasta el punto B de manera que sea el camino más corto posible. Justifica tu elección.

b) En la parte de abajo del mapa encontramos la siguiente leyenda:

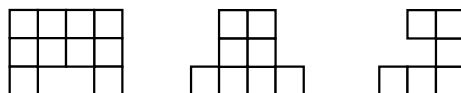


Calcula cuántos metros hay que recorrer para ir desde A hasta B siguiendo el camino que has dibujado en el apartado anterior.

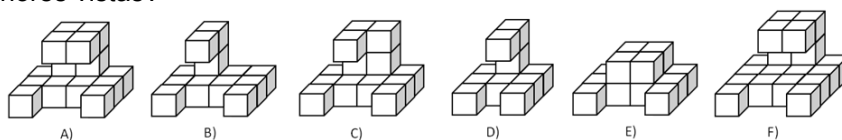
G3.- Observa detenidamente la figura de la derecha. En cada uno de los tres recuadros indica cuál de las vistas que se presentan a la izquierda (de la A a la I) se corresponde con lo que verías si mirases en la dirección de la flecha.



G4.- Las siguientes figuras indican lo que se ve al mirar una cierta figura según las mismas tres direcciones que en el ejercicio anterior:



¿Cuál (o cuáles) de las siguientes figuras pueden corresponder a las anteriores vistas?



3.3. Fase de implementación [E11]

La prueba fue realizada a finales de noviembre de 2011 en los centros de Teruel y Huesca, mientras que en Zaragoza se realizó a mediados de diciembre de 2011.

Aunque se había previsto una duración de 2 horas para la realización de la misma, la mayoría de los alumnos completaron el test en menos de hora y tres cuartos. Por tanto, existencia de preguntas que se dejan en blanco no puede achacarse a la falta de tiempo.

Para evitar la copia de respuestas entre alumnos, se redactaron dos versiones distintas del test, con las preguntas alteradas de orden y con algunos datos ligeramente cambiados. No se ha observado en el posterior análisis ninguna diferencia significativa entre los resultados de las pruebas en función de su tipología, por lo que los resultados y conclusiones que a continuación se presentan obedecen a la unión de los datos obtenidos en los dos tipos de tests.

4. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación vamos a llevar a cabo un análisis, principalmente descriptivo y cuantitativo, de los resultados obtenidos por los alumnos en el test anteriormente descrito. Aunque los datos recabados con las preguntas del bloque D son de gran interés, en este trabajo nos centraremos particularmente en los bloques A, M y G que son los de contenido puramente matemático.

4.1. Preguntas del bloque A [E12]

En la tabla siguiente se muestran los porcentajes de acierto en las preguntas de este bloque:

	A1	A2	A3	A4
Zaragoza	38,60%	40,35%	56,14%	89,47%
Huesca	40,32%	40,32%	22,58%	53,23%
Teruel	20,37%	42,59%	14,81%	61,11%
Total	33,53%	41,04%	31,21%	67,63%

Tabla 2: Resultados por centros en las preguntas del bloque A.

A la vista de estos resultados hay varios aspectos que merece la pena comentar:

- Llama la atención el porcentaje extremadamente bajo de aciertos en las preguntas A1 y A2, sobre todo si tenemos en cuenta que consistían en efectuar una multiplicación y una división de números naturales (sin decimales) así como en el manejo de los sistemas de numeración oral y escrito. Si bien en la multiplicación la mayor parte de los errores se concentran en la lectura y escritura de los números, en la división se han descubierto más problemas en el manejo del algoritmo.
- En la pregunta A3 ha habido un porcentaje de aciertos mucho mayor en Zaragoza. No obstante, cabe señalar que este tipo de problemas que envuelven conceptos del número racional había sido objeto de enseñanza a comienzo de curso en la asignatura: “El currículo de matemáticas en Educación Primaria” en Zaragoza, mientras que este tópico se abordó con posterioridad a la realización de la prueba en Huesca y en Teruel.
- La pregunta A4 ha obtenido un mayor porcentaje de acierto en los tres centros ya que se podía resolver por tanteo, entre otras estrategias.

4.2. Preguntas del bloque M [E13]

En la tabla siguiente se muestran los porcentajes de acierto en las preguntas correspondientes a este bloque:

	M1	M2	M3
Zaragoza	19,30%	38,60%	82,46%
Huesca	11,29%	33,87%	79,03%
Teruel	22,22%	44,44%	70,37%
Total	17,34%	38,73%	77,46%

Tabla 3: Resultados por centros en las preguntas del bloque M.

Hagamos varias observaciones al hilo de estos resultados:

- El porcentaje de acierto en la pregunta relativa al manejo del sistema métrico decimal y de las unidades de medida del tiempo (M1) es alarmantemente bajo, si bien es cierto que el ejercicio constaba de 5 apartados y un solo error ha hecho que se considere el ejercicio como incorrecto.
- La pregunta M2, relacionada con el cambio de unidades en un contexto de intercambio de divisas ha obtenido un porcentaje que, aunque bajo, era el esperado por la relativa dificultad del ejercicio.
- La pregunta M3, en la que se necesitaba manejar y traducir entre distintos sistemas de representación del tiempo (relojes digitales y analógicos) ha obtenido un alto porcentaje de aciertos (aunque se esperaba mayor). Este porcentaje de aciertos se debe, nuevamente, a que los alumnos resolvieron el ejercicio por medios “informales”.

4.3. Preguntas del bloque G [E14]

En este bloque debe distinguirse claramente dos tipos de preguntas: la pregunta G1, de respuesta abierta, y el resto de preguntas que sí admiten un análisis en términos de correcto/incorrecto.

4.3.1 La pregunta G1

En esta pregunta se solicitaba a los alumnos que indicaran el mayor número posible de figuras geométricas (planas y espaciales)[E15] que pudieran encontrar en una serie de fotografías de objetos reales.

Un estudio detallado de los resultados obtenidos está siendo llevado a cabo por parte de los autores y excede el objetivo de esta comunicación. No obstante, podemos apuntar algunas observaciones interesantes:

- Se aprecia un claro predominio de la geometría plana sobre la espacial. Los alumnos señalan muchos más términos provenientes del primer campo que del segundo.
- Relacionado con lo anterior, se aprecia una mayor tendencia a cometer errores cuando los alumnos tratan de señalar términos provenientes de la geometría espacial. En concreto:
 - Algunos alumnos muestran problemas relacionados con la perspectiva.
 - Algunos alumnos tienen dificultades a la hora de distinguir un objeto de su proyección plana sobre el papel.

Es decir, los alumnos muestran una cierta dificultad para distinguir la forma real del objeto frente a la forma que este objeto aparenta tener en la fotografía.

4.3.2 Resto de preguntas del bloque G

Como en apartados anteriores, mostramos en la siguiente tabla los porcentajes de acierto en estas preguntas:

	G2 a	G2 b	G3	G4
Zaragoza	28,07%	33,33%	28,07%	40,35%
Huesca	33,87%	33,87%	25,81%	41,94%
Teruel	37,04%	11,11%	24,07%	40,74%
Total	32,95%	26,59%	26,01%	41,04%

Tabla 4: Resultados por centros en las preguntas del bloque G.

Estos datos nos suscitan algunas reflexiones:

- Los resultados obtenidos en estas preguntas son los más homogéneos (con la excepción de lo sucedido en Teruel en G2 b). Esto se debe, seguramente, a que se trata de tareas no habituales.
- El bajo porcentaje de acierto en G3 y G4 abunda en lo comentado en el apartado anterior: los alumnos muestran serias dificultades en el manejo de las representaciones planas de objetos tridimensionales.

4.4. Número de aciertos por alumno [E16]

En este apartado presentamos los datos más relevantes (ver Tabla 5) en cuanto a la variable “número de aciertos por alumno”. Para este estudio hemos de omitir la pregunta G1 por no poder calificarse de correcta o incorrecta en base a criterios objetivos.

	Zaragoza	Huesca	Teruel	Total
Media	4,95	4,16	3,89	4,34
Percentil 25	3	2	3	3
Mediana	4	3,5	5	4,34
Percentil 75	6	5	7	6
Desv. típica	2,10	2,49	2,51	2,39

Tabla 5: Número de respuestas por alumno

5. CONCLUSIONES

1. La formación matemática de los alumnos participantes es mejorable.
2. No se observan diferencias significativas entre los centros.
3. La resolución de problemas que involucran el número racional, el manejo del S.M.D. y de medida del tiempo, y la geometría del espacio son aspectos de la formación de los alumnos donde se debería incidir.
4. No pueden considerarse aceptables los resultados en el algoritmo escrito de la división y de la multiplicación; especialmente considerando que la didáctica de éstos ha sido objeto de estudio en los cursos anteriores.

Referencias bibliográficas

- Escolano, R., Gairín, J.M., Jiménez, C., Murillo, J. y Roncal, M.L. (2011). Competencias matemáticas del futuro maestro y perfil emocional. En Román, Carbonero y Valdivieso (compiladores), *Educación, aprendizaje y desarrollo en la sociedad multicultural* (pp. 3661-3677). Ediciones de la Asociación de Psicología y Educación y el Colegio Oficial de Psicólogos de Castilla y León. Madrid.
- Hernández, J., Noda, M.A., Palarea, M. y Socas, M. (2001). *Estudio sobre habilidades en matemáticas de alumnos de magisterio*. Universidad de La Laguna. Tenerife.
- INECSE (2010). *PISA 2009. Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Informe español*. Ministerio de Educación. Madrid.
- López, J.A. y Moreno, M.L. (1997). *Resultados de matemáticas. Tercer estudio internacional de matemáticas y ciencias (TIMSS)*. INCE. Ministerio de Educación y Cultura. Madrid.
- Nortes, A., López, J.A. y Martínez, R. (febrero de 2009). Pruebas de conocimientos y destrezas en matemática. *SUMA* (60), 43-54.
- Tatto, M. T., Schulle, J., Senk, S., Ingvarson, L., Peck, R., y Rowley, G. (2008). *Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M): Policy, practice, and readiness to teach primary and secondary mathematics*. Teacher Education and Development International Study Center. Michigan.