

PRUEBAS AUTONÓMICAS DE DIAGNÓSTICO PARA EVALUAR LA COMPETENCIA MATEMÁTICA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

THE AUTONOMIC DIAGNOSTIC TESTS USED TO EVALUATE MATHEMATICAL COMPETENCE IN SECONDARY EDUCATION

Caraballo, R. M., Rico, L., Lupiáñez, J. L.

Universidad de Granada

Resumen. *Esta investigación trata sobre las características de los ítems elaborados por las Comunidades Autónomas españolas en el curso académico 2008-2009 para atender la evaluación diagnóstica de la competencia matemática básica de los estudiantes de 2º de ESO. Se centra en su adecuación al modelo de evaluación de la competencia matemática establecido por el estudio PISA de la OECD, según considera el Ministerio de Educación y Ciencia. El estudio está basado en el análisis de los ítems incluidos en una muestra de cinco pruebas de diagnóstico cuyos resultados identifican sesgos y debilidades. Se concluye que para cumplir con el grado de ajuste adecuado a las evaluaciones PISA, es necesario que las Comunidades Autónomas reevalúen el diseño de las pruebas a la luz de las variables de tarea definidas en su caracterización.*

Palabras clave: competencia matemática, aprendizaje funcional, evaluaciones de diagnóstico, estudio PISA, variables de tarea

Abstract. *This research deals with the characteristics of the items for the diagnostics evaluation of mathematics competency of students in the 2nd course of the Compulsory Secondary Education (ESO) designed by the Spanish Autonomous Communities during the academic year 2008-2009. This study focuses on the items suitability for the competency model established by the OECD/PISA study and by the Ministry of Education and Science in Spain. The research is based on the analysis of the items included in a sample of five diagnostic tests which results identified biases and weaknesses. It can be concluded that, in order to fulfill the suitability requirements to the PISA model, the Autonomous Communities should reevaluate the tests design using the task variables as defined in their characterization.*

Key words: diagnostic evaluations, mathematical knowledge functional approach, mathematical competence, PISA mathematical model, task variables

La Ley Orgánica 2/2006, del 3 de mayo, de Educación (LOE) concibe la educación como un proceso de aprendizaje dinámico y permanente que se prolonga durante toda la vida (Ministerio de Educación y Ciencia, 2006). Sobre las ideas de aprendizaje permanente y de desarrollo de las competencias básicas, la LOE introduce como novedad la realización de evaluaciones de diagnóstico, generales y autonómicas, del desarrollo de las competencias básicas al finalizar el segundo ciclo de la Educación Primaria y el segundo curso de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), respectivamente (Artículos 21 y 29). El Instituto de Evaluación (2009) propuso un

enmarque preciso de este tipo de evaluación referido a las competencias básicas desde las enseñanzas mínimas (especialmente criterios de evaluación y, eventualmente, contenidos). Para ello destacó, entre otros, el marco de evaluación de las pruebas PISA como punto de partida para los trabajos orientados a esta evaluación de la competencia matemática básica. Es importante señalar que el objetivo de ambas evaluaciones no es determinar si, y hasta qué grado, se ha implementado el currículo pretendido sino conocer la habilidad de los alumnos de aplicar lo aprendido para enfrentar tareas que recrean situaciones de la vida real. Uno de los objetivos principales de PISA es establecer indicadores de calidad para determinar cómo los sistemas educativos logran ese nivel de formación (Rico, 2007).

Con el propósito de conocer el trabajo que las Comunidades Autónomas han realizado en el desarrollo, el diseño y la aplicación de las primeras pruebas de diagnóstico para la competencia matemática, se analizan los ítems elaborados para dichas pruebas en el año académico 2008-2009 (Caraballo, 2010).

MARCO DE REFERENCIA

Esta investigación se enmarca, en las nociones de competencia y alfabetización matemática, en el enfoque funcional del aprendizaje matemático y en su evaluación, según el modelo matemático de PISA, desarrollados por la normativa que regula el sistema educativo español.

1.El modelo matemático de PISA

El dominio matemático que evalúan las pruebas PISA se conoce como alfabetización matemática y, en términos generales, como competencia matemática básica. PISA parte de un concepto de competencia matemática “vinculado a la capacidad de los alumnos para analizar, razonar y comunicarse eficazmente cuando formulan, resuelven e interpretan problemas matemáticos en diversas situaciones” (OCDE, 2005). Inherente al concepto de competencia se halla la necesidad de que el alumno sea capaz de aplicar sus conocimientos y su comprensión de la matemática a una amplia gama de contextos dentro y fuera de la sala de clase, proceso que involucra ideas y constructos imposibles de observar (Gallardo y González, 2005). PISA denomina matematización a la estrategia general que usan los alumnos para resolver problemas de la vida real. Matematizar es un proceso fundamental e inherente a la alfabetización matemática (OCDE, 2009). Cuando un estudiante se mueve entre el contexto real del problema y el mundo matemático necesario para resolverlo, está matematizando. La matematización permite identificar ocho competencias matemáticas específicas que describe como procesos cognitivos, mediante los cuales caracterizar y evaluar la competencia matemática básica (OCDE, 2005).

1.1. Caracterización de las pruebas PISA

En la caracterización de las pruebas PISA se distinguen tres tipos de variables: de tarea, de sujeto y de resultado o desempeño (OCDE, 2004). Las variables de tarea se usan en los instrumentos de evaluación de estas pruebas para atender al principio de matematización sobre el cual se fundamentan. En este estudio trabajamos sobre las variables de tarea, que delimitan el diseño de los ítems (INECSE, 2005).

1.2. Estudio de los ítems a partir de las variables de tarea

El proyecto PISA propone que el estudiante matemáticamente alfabetizado se enfrente a un proceso de resolución de un problema enmarcado en un contexto, un contenido matemático y atendiendo una demanda que presenta un determinado nivel de complejidad cognitiva; tales determinaciones son las dimensiones consideradas para sus instrumentos de evaluación, que describimos a continuación.

1. Contenidos matemáticos. El contenido no se ajusta a las áreas matemáticas tradicionales sino que los conocimientos se organizan desde una perspectiva fenomenológica, por ello considera las siguientes ideas para organizar los contenidos matemáticos:
 - a. Cantidad. Abarca lo relativo a las magnitudes y a la cuantificación necesaria para organizar el mundo.
 - b. Espacio y forma. Se centra en describir e interpretar el mundo físico que nos rodea.
 - c. Cambio y relaciones. Cubre las manifestaciones y los procesos de cambio abordados mediante el estudio de las relaciones que, a su vez, se abordan desde el ámbito de las funciones matemáticas.
 - d. Incertidumbre. Abarca el tratamiento de datos y el azar.
2. Contextos. PISA destaca la importancia del contexto, le otorga un papel principal para evaluar la alfabetización matemática y reconoce la necesidad de incluir una amplia gama de ellos en sus evaluaciones. Según su grado de cercanía con la situación particular del estudiante, distingue cuatro tipos de contextos:
 - a. Contextos personales. Se relacionan con las actividades cotidianas que tienen relevancia directa e inmediata para el estudiante.
 - b. Contextos educativos o laborales. Se manifiestan en situaciones a las cuales el estudiante pudiera enfrentarse en el ambiente escolar o laboral.
 - c. Contextos públicos. Aluden a situaciones que surgen en la interacción diaria del individuo con el mundo externo.
 - d. Contextos científicos. Reflejan situaciones más abstractas con las cuales el estudiante está poco relacionado.
3. Niveles de complejidad. Las competencias matemáticas específicas definidas en PISA se movilizan mediante tareas, que se pueden agrupar según tres niveles de complejidad cognitiva, atendiendo a las capacidades y conocimientos requeridos en cada caso. González, Luengo y Macías (2008) consideran esta clasificación amplia pero útil para relacionarla de forma directa con el nivel de rendimiento del alumno en la prueba:

- a. Reproducción. Preguntas que requieren que el estudiante demuestre que domina el conocimiento aprendido.
- b. Conexión. Preguntas que requieren que el estudiante muestre que puede establecer relaciones entre distintos dominios matemáticos.
- c. Reflexión. Situaciones poco estructuradas que requieren que el estudiante comprenda, reflexione y use su creatividad para reconocer las matemáticas involucradas en el problema.

2. El enfoque funcional del aprendizaje matemático

Tanto las nociones de alfabetización y competencia según se describe en el modelo PISA, como la percepción de las matemáticas como “modo de hacer”, se ajustan a un enfoque funcional del aprendizaje de las matemáticas (Lupiáñez, 2008). Este modelo centra su foco de atención en cómo los alumnos aplican sus conocimientos para enfrentarse a situaciones de la vida real que les son familiares y está conformado por tres dimensiones: tareas contextualizadas, herramientas conceptuales y sujeto cognitivo que moviliza sus capacidades.

3. Conexión entre el estudio PISA y las pruebas de diagnóstico

La importancia de las evaluaciones PISA en el sistema educativo español y su conexión con las pruebas de diagnóstico, nacionales y autonómicas, viene establecida por el sistema estatal de indicadores de la educación (Instituto de Evaluación, 2010, p.11). En dicho sistema el indicador de resultados R2.2: Competencia básica en matemáticas en Segundo Curso de Educación Secundaria Obligatoria, se establece por medio de las pruebas diagnósticas, mientras que el indicador de resultados R3.2: Competencia clave a los 15 años en matemáticas, se determina por los resultados de las pruebas internacionales del estudio PISA. De ahí el interés por la adecuación de las pruebas de diagnóstico al modelo PISA, ya que forman parte de un mismo proceso.

OBJETIVOS

El objetivo general que orienta esta investigación consiste en determinar el grado de ajuste al modelo PISA de los instrumentos elaborados por las Comunidades Autónomas para atender a la evaluación de diagnóstico en el segundo curso de la ESO. Este objetivo se articula en los siguientes objetivos específicos:

1. Localizar las pruebas de diagnóstico para evaluar la competencia matemática aplicadas por las Comunidades Autónomas a los estudiantes de 2º curso de la ESO en el año académico 2008-2009.
2. Identificar los valores de las variables de tarea en cada uno de los ítems, de acuerdo a la caracterización de las pruebas PISA.
3. Analizar los ítems de las pruebas de acuerdo a sus características y su ajuste a las evaluaciones PISA.

METODOLOGÍA

En este apartado se describe el proceso de búsqueda y recopilación de las pruebas, la definición de la muestra, el tipo de estudio, las técnicas de análisis y las limitaciones del estudio.

1. Búsqueda y recopilación de las pruebas de diagnóstico

El acceso a las pruebas autonómicas de evaluación se logró mediante una búsqueda sistemática en los portales de las Consejerías de Educación de cada comunidad. Como resultado, se logró acceso a cinco de las pruebas aplicadas. Hubo dos comunidades que no respondieron a la solicitud; tres comunidades sólo permitían acceso a la prueba aplicada en 4º de primaria; tres comunidades indicaron que la prueba no estaba disponible para divulgación; dos comunidades indicaron no haber evaluado la competencia matemática en 2º de la ESO; una comunidad publicó sólo una parte de la prueba como ítems liberados; las pruebas de otra comunidad serían liberadas en una fecha posterior y una comunidad sólo publicó ejemplos de ítems.

2. Definición de la muestra

La muestra de ítems incluida en este trabajo es una muestra por disponibilidad. A pesar de los reiterados intentos para lograr acceso a más pruebas, finalmente limitamos la muestra a los ítems procedentes de cinco pruebas. Puesto que cinco comunidades no ofrecieron pruebas de evaluación de diagnóstico en el curso 2008-2009, el banco de datos obtenido puede calificarse como suficiente, ya que comprende un porcentaje estimado del 50% de las comunidades que aplicaron pruebas.

3. Tipo de estudio y técnicas de análisis

Este es un estudio exploratorio-descriptivo. Es exploratorio porque es la primera investigación de la cual tenemos conocimiento que atiende la aplicación inicial de las pruebas autonómicas de diagnóstico; esta investigación carece de estudios previos que permitan establecer comparaciones o constatar hallazgos. Es descriptivo porque caracterizamos los ítems de las pruebas disponibles de acuerdo a las variables de tarea del modelo de PISA y al modelo funcional del aprendizaje matemático. Se identificaron sus características según el contenido, el contexto y el nivel de complejidad así como sus debilidades y fortalezas. Dada su naturaleza, el análisis de los hallazgos fue realizado mediante técnicas descriptivas.

4. Limitaciones del estudio

La investigación presenta dos limitaciones: la disponibilidad y el tamaño de la muestra. No se ha dispuesto de una parte de las pruebas aplicadas. Pese a los múltiples intentos de comunicación realizados con los encargados de las evaluaciones en las comunidades autónomas, desconocemos qué porcentaje de la totalidad de los ítems representa la muestra disponible. Puesto que nuestro objeto de estudio son los ítems individuales, para determinar la fortaleza de la muestra en términos del porcentaje de ítems sobre el total, necesitábamos conocer el total de ítems incluido en las pruebas no disponibles.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

1. Fortalezas y deficiencias de los ítems

¿Qué hace a un ítem adecuado o deficiente? Según Bell, Buckhardt y Swan (1992), se considera que una tarea que moviliza destrezas y habilidades de orden superior, como las enmarcadas en el modelo de PISA y el enfoque funcional del aprendizaje matemático, exhibe fortalezas si cumple una o más de las siguientes condiciones: las situaciones que presenta son relevantes al estudiante; la relevancia del contexto se mantiene durante el proceso de resolución; la tarea no es rutinaria; promueve que el estudiante se desplace del contexto del problema al mundo matemático necesario para resolverlo; moviliza potencialmente distintas competencias; estimula la toma de decisiones; es secuencial. Si no cumple las condiciones mencionadas y si, además, la tarea propuesta atiende estrictamente a los contenidos curriculares y no a las competencias, se considera que el ítem presenta debilidades. La Tabla 1 resume las fortalezas identificadas en los ítems evaluados y la Tabla 2, las debilidades.

Fortalezas	Total	Porcentaje (%)
Contexto relevante	111	64,2
Tarea no rutinaria	87	50,3
Moviliza distintas capacidades	80	46,2
Tiene relevancia práctica	75	43,3
Permite la toma de decisiones	50	28,9
Tarea secuencial	47	27,2
Hay desplazamiento del contexto al mundo matemático	15	8,7

Tabla 1. Porcentaje de ítems con fortalezas

Se destaca que un 64,2% de los ítems evaluados presentan un contexto relevante y necesario para resolver el problema, mostrando esta fortaleza con mayor frecuencia. La mitad de los ítems presentan una tarea que consideramos no rutinaria. Con proporciones cercanas al 50% encontramos tareas enmarcadas en la vida real con relevancia práctica para el estudiante y tareas que movilizan distintas capacidades. Por el contrario, sólo el 8,7% de los ítems permite que el estudiante se desplace del contexto del problema al mundo matemático necesario para resolverlo.

Debilidades	Total	Porcentaje (%)
-------------	-------	----------------

Tarea corta que suprime la toma de decisiones	88	50,9
Tarea rutinaria	77	44,5
No moviliza distintas capacidades	75	43,4
Carece de relevancia práctica	73	42,2
Atiende contenidos curriculares	59	34,1
Contexto irrelevante o camuflado	47	27,2

Tabla 2. Porcentaje de ítems con debilidades

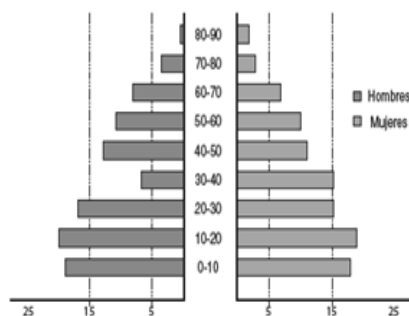
Se observa que en la mitad de los ítems la tarea es corta y suprime la toma de decisiones. Cerca de este porcentaje encontramos tareas rutinarias que carecen de relevancia práctica para el estudiante y tareas que no movilizan distintas competencias. Se observa, además, que un 27,2% de los ítems presentan un contexto camuflado o irrelevante e innecesario para resolver el problema. De otro lado, aproximadamente una tercera parte de los ítems presenta tareas que en lugar de movilizar competencias, atienden contenidos curriculares.

1.1 Ejemplo de un ítem con fortalezas

- *Esta pirámide de población (segregada por sexos) corresponde a cierto país con dos características muy destacadas:*

- *Es una población muy joven*
- *Hace 10 años el país sufrió una guerra civil*

Explica cómo se ponen de manifiesto en la forma de la pirámide ambos factores.



El contexto en este ítem es relevante y necesario para resolver el problema aunque el estímulo inicial pierde su relevancia durante el proceso. La tarea es poco estructurada, no es rutinaria y exige razonamiento e interpretación. El estudiante deriva inferencias de la gráfica y explica un fenómeno. Se moviliza la toma de decisiones y la justificación de argumentos. Además, la tarea es secuencial. Moviliza distintas competencias.

2. Evaluación de los ítems según las variables de tarea

Cada ítem se clasificó de acuerdo a las variables de tarea: contexto, contenido y nivel de complejidad. Además, se identificaron las fortalezas y deficiencias del ítem y se

estudiaron las competencias potenciales que debía poner de manifiesto el estudiante para resolver el problema. Por ser una variable de desempeño y no de tarea, la identificación de las competencias se realizó como un recurso de apoyo para caracterizar el ítem. La Tabla 3 resume las observaciones en las variables de tarea.

Variable	Frecuencia	Porcentaje (%)
Contexto		
Personal	31	17,9
Educativo/Laboral	32	17,9
Público	98	57,2
Científico	12	6,9
Total	173	100,0
Contenido		
Cantidad	43	25,4
Espacio y forma	45	25,4
Cambio y relaciones	37	21,4
Incertidumbre	48	27,7
Total	173	100,0
Complejidad		
Reproducción	81	46,8
Conexión	78	45,1
Reflexión	14	8,1
Total	173	100,0

Tabla 3. Distribución porcentual de los ítems según las variables de tarea

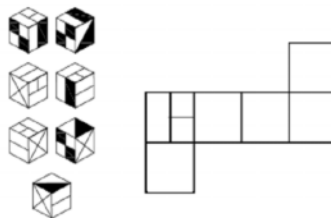
En la distribución del total de ítems de acuerdo al contexto se observa, globalmente, un desequilibrio hacia los ítems de contexto público, cuyos enunciados representan más del 50% del total. El 6,9 % del total de ítems se clasificó en la categoría de contexto científico representando esta la menor concentración. En cuanto al contenido, la distribución del total de ítems en las categorías de esta variable es equilibrada, con leves diferencias. La mayor frecuencia se observa en el contenido de incertidumbre (27,7 %). Las clasificaciones de cantidad y espacio y forma exhiben igual porcentaje (25,4%). De otro lado, en las observaciones respecto del nivel de complejidad se detecta un sesgo global, debido al bajo porcentaje de ítems de reflexión. Se observa que la mayor frecuencia ocurre en el nivel de reproducción con 46,8 % aunque muy cercano al nivel de conexión (45,1 %). Invariablemente, el nivel de reflexión se aleja considerablemente de los niveles de reproducción y conexión: sólo el 8,1 % del total de ítems se clasificó en este nivel.

3. Ejemplos de ítems estudiados

A continuación se presentan ejemplos de ítems en los que identificamos los valores que toman en las variables de tarea, junto con un balance de sus fortalezas y debilidades.

Pruebas autonómicas de diagnóstico para evaluar la competencia matemática en educación secundaria

- El siguiente ítem se clasificó en el contexto educativo porque presenta una actividad diseñada con propósitos puramente didácticos. El estímulo inicial fue titulado *Un Cubo* y consta de esta única pregunta.



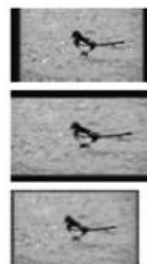
Dibuja en la plantilla que se te da la disposición de las caras del cubo que nos muestra el dibujo desde siete posiciones distintas. Ten en cuenta que se trata siempre del mismo cubo.

Contexto	Educativo.
Contenido	Espacio y forma – el estudiante decodifica información visual
Complejidad	Conexión – la tarea no es familiar ni rutinaria; el estudiante decodifica la información del diagrama para determinar el diseño del cubo. El estudiante relaciona un objeto en tres dimensiones con uno en dos dimensiones.
Competencias	Observar detalles. Decodificar información visual. Ilustrar la red final. Traducir la figura de un cubo a su representación como red. Moviliza las competencias: representar, pensar y razonar.
Fortalezas/ Deficiencias	<p>La tarea exige una alta capacidad de visualización. Moviliza varias competencias.</p> <p>La tarea carece de utilidad práctica.</p> <p>No hay conexión entre la tarea y la vida cotidiana.</p> <p>Las instrucciones son confusas; según se plantea, sugiere que deben realizarse siete diagramas distintos.</p> <p>Tarea estrictamente matemática.</p>

- El siguiente ítem se clasificó en el contexto personal porque presenta una situación familiar para el estudiante: el manejo de fotografías. El estímulo inicial fue titulado *Revelado online* y consta de seis preguntas.

Los negativos de las cámaras tradicionales tienen un tamaño de 24 mm x 36 mm. Si quieres hacer una ampliación de 20 cm x 45 cm:

- A. Aparecerá un margen a lo ancho
- B. Aparecerá un margen a lo largo
- C. No aparecerá ningún margen
- D. No se puede hacer porque no son del mismo tamaño



Contexto	Personal.
Contenido	Espacio y forma. El estudiante analiza la forma y dimensiones de un objeto.
Complejidad	Conexión. El estudiante reconoce la relación de proporcionalidad existente.
Competencias	Comprender la información que se ofrece y lo que pide el problema. Identificar el cambio de medidas. Reconocer la relación de proporcionalidad entre las medidas. Tomar decisiones. Moviliza: Representar, comunicar.
Fortalezas/ Deficiencias	Tarea no rutinaria. Contexto relevante. Moviliza distintas capacidades. Tarea secuencial. Permite la toma de decisiones. Tiene relevancia práctica. La tarea se desliga del estímulo inicial.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En términos generales, se encontró que los ítems diseñados responden a la caracterización del modelo matemático de PISA: Se enmarcan en un contexto, atienden un contenido matemático y muestran un nivel de complejidad reconocible. No obstante, los valores identificados en los ítems para las variables de tarea demuestran que en su redacción existe sesgo que favorece el contexto público y el nivel de complejidad de reproducción. En cambio, los ítems mantienen un equilibrio en lo que a contenido se refiere. Por los sesgos y deficiencias identificados en ellos, estos ítems no parecen contemplar tareas adecuadas para atender al propósito para el cual fueron diseñados. Se concluye que para cumplir con el grado de ajuste adecuado a las evaluaciones PISA, se requiere que las Comunidades Autónomas reevalúen el diseño de las pruebas a la luz de las variables definidas en la caracterización de dichas pruebas.

Para dar continuidad a esta investigación, actualmente está en curso el estudio *Diseño de pruebas para la evaluación diagnóstica en matemáticas. Una experiencia con profesores*. Desarrollar, mejorar y valorar la competencia de los profesores en formación en la redacción de ítems que se ajusten al modelo matemático de las evaluaciones de PISA constituye el objetivo general de la investigación. La actualidad del tema, la necesidad de criterios fundados para la elaboración de ítems para las pruebas de diagnóstico y el carácter innovador del marco teórico muestran la vinculación del estudio y su aportación para dar respuesta a problemas actuales de las matemáticas escolares en el sistema educativo español.

Referencias

- Bell, A., Burkhardt, H. & Swan, M. (1992). Assessment of extended tasks. En R. Lesh & S. Lamon (Eds.), *Assessment of Authentic Performance in School Mathematics*. Washington: American Association for the Advancement of Science.
- Caraballo, R.M. (2010). *Análisis de los ítems de las pruebas de evaluación de diagnóstico en competencia matemática para el segundo curso de la Educación*

Pruebas autonómicas de diagnóstico para evaluar la competencia matemática en educación secundaria

Secundaria Obligatoria en España, 2008-2009: un estudio exploratorio. Trabajo de fin de máster sin publicar. Universidad de Granada.

- Gallardo, J. & González, J. L. (2005). Una aproximación operativa al diagnóstico y la evaluación de la comprensión del conocimiento matemático. En A. Maz, B. Gómez y M. Torralbo (eds.): *Actas del IX Simposio de la SEIEM*, pp. 197-204. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- González, J., Luengo, R. & Macias, M. (2008). Diseño y evaluación de la prueba de competencia curricular Proc-Hab para la diversificación curricular en Extremadura. En R. Luengo, B. Gómez, M. Camacho y J.L. Blanco: *Actas del XIII Simposio de la SEIEM*, pp. 435-451. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- INECSE (2005). *PISA 2003. Pruebas de Matemáticas y de Solución de Problemas*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Instituto de Evaluación (2009). *Evaluación General de Diagnostico 2009: Marco de la Evaluación*. Madrid: Ministerio de Educación.
- Instituto de Evaluación (2010). *Sistema estatal de indicadores de la educación*. Madrid: Ministerio de Educación
- Ministerio de Educación y Ciencia (2006). Ley Orgánica de Educación. Boletín Oficial del Estado, BOE núm. 106. Madrid: Autores. www.educacion.es
- OECD (2004). *Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA 2003*. www.oecd.org
- OCDE (2005). Informe PISA 2003. Aprender para el mundo del mañana. Madrid: Santillana.
- OECD (2009). *Learning Mathematics for Life: A Perspective from PISA*. www.oecd.org
- Rico, L. (2007). "La competencia matemática en PISA". *PNA*, 1(2), 47-66.
- Rico, L. & Lupiáñez, J. L. (2008). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Alianza Editorial, Madrid.

