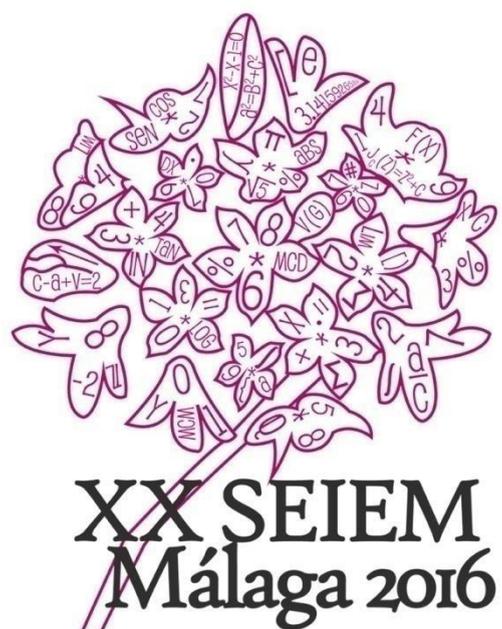
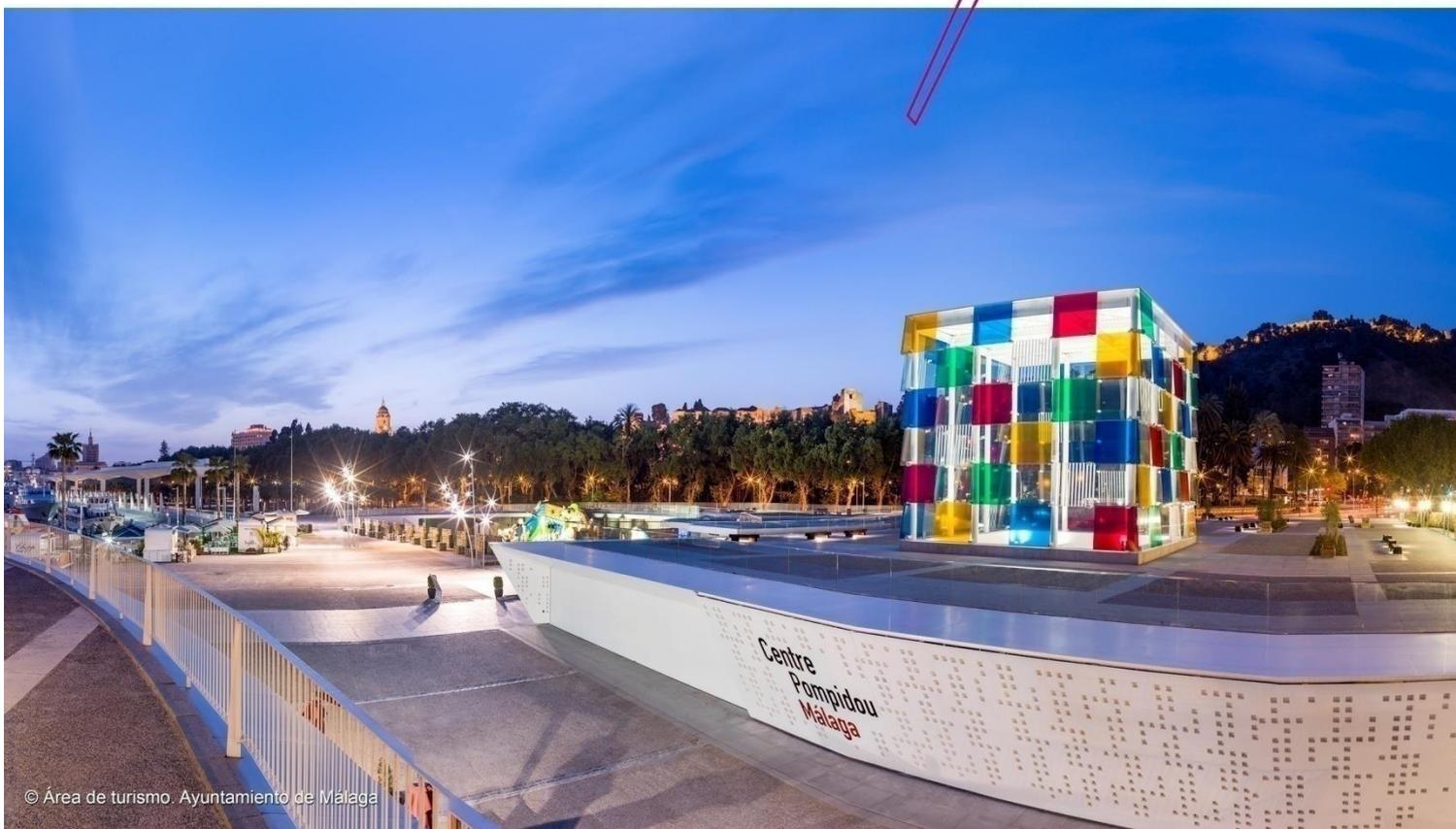


INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA XX



XX SEIEM
Málaga 2016



© Área de turismo. Ayuntamiento de Málaga

8, 9 Y 10 DE SEPTIEMBRE DE 2016
FACULTAD DE CIENCIAS DE
LA EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
<http://xxseiem16.uma.es/>

Catalina Fernández, José Luis González, Francisco José Ruiz, Teresa Fernández y Ainocha Barciano (Eds.)

Investigación en Educación Matemática

XX



Investigación en Educación Matemática

XX

Catalina Fernández, José Luis González, Francisco José Ruiz,
Teresa Fernández y Ainoha Barciano (Eds.)

Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática

Málaga, 8, 9 y 10 de septiembre de 2016

Edición científica

Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM)

Catalina Fernández Escalona

José Luis González

Mari Francisco

José Ruiz Rey

Teresa Fernández

Ainoha Berciano

Comité científico

Dra. Ainoha Berciano (coordinadora)

Dra. Teresa Fernández Blanco (coordinadora) Dra. Alicia Bruno

Dra. María Luz Callejo de la Vega Dr. José Carrillo Yáñez

Dr. Francisco Javier García

Cítese como:

C. Fernández, J. L. González, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (eds.), 2016.

Investigación en Educación Matemática XX. Málaga: SEIEM.

Las comunicaciones aquí publicadas han sido sometidas a evaluación y selección por parte de investigadores miembros de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM).

© de los textos: los autores

© de la edición: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga

Diseño de la portada: Pedro Hernández

ISBN: 978-84-9747-948-6



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

ÍNDICE

SEMINARIO. MATEMÁTICAS Y DOMINIO AFECTIVO	16
LA INTERVENCIÓN EN VARIABLES AFECTIVAS HACIA LAS MATEMÁTICAS Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS. EL MIRPM	20
CABALLERO, A. ^A , CÁRDENAS, J. ^B , GORDILLO, F. ^A	
MÉTODOS EMPÍRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESTRUCTURAS DE COGNICIÓN Y AFECTO EN MATEMÁTICAS	36
GÓMEZ-CHACÓN, I. M. ^a .	
MATEMÁTICAS Y DOMINIO AFECTIVO.....	59
MARBÁN PRIETO, J.M. ^A	
ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS CUANTITATIVAS PARA EL ESTUDIO DEL DOMINIO AFECTIVO EN MATEMÁTICAS	65
PALACIOS-PICOS, A.	
SEMINARIO. INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN INFANTIL.....	82
CONTRIBUCIONES DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA INFANTIL PARA EL DISEÑO, GESTIÓN Y EVALUACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS	84
ALSINA, Á.	
INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA INFANTIL.....	89
SALINAS, M. ^a . J.	
EL ESTUDIO DE DOCUMENTOS CURRICULARES COMO ORGANIZADOR DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA INFANTIL	92
DE CASTRO, C.	
EMERGENCIA DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA INFANTIL. JUEGO Y MATEMÁTICAS	106
EDO, M..	
COMUNICACIONES	120
¿RECONOCEN LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA LAS SECUENCIAS DE RESULTADOS ALEATORIOS?	122
RODRIGO ESTEBAN ^A , CARMEN BATANERO ^B , LUIS SERRANO ^B Y J. MIGUEL CONTRERAS ^B	
EVALUACIÓN DE DIFICULTADES EN EL ANÁLISIS DE VARIANZA ELEMENTAL POR ESTUDIANTES DE PSICOLOGÍA	133
OSMAR D. VERA ^a , CARMEN DÍAZ ^c , CARMEN BATANERO ^c Y M ^a DEL MAR LÓPEZ-MARTÍN ^c	
EL LENGUAJE DE LA ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD EN LIBROS DE TEXTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA	143
ORTIZ, J. J. ^A , ALBANESE, V. ^A Y SERRANO, L. ^A	
EMOCIONES DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS: UN ESTUDIO EXPLORATORIO.....	152
GARCÍA-GONZÁLEZ, M., MARTÍNEZ-SIERRA G.	
APRENDIZAJE DEL CONCEPTO RECTA TANGENTE EN ALUMNOS DE BACHILLERATO.....	157
ORTS, A. ^A , LLINARES, S. ^B , BOIGUES, F. ^C	
CONOCIMIENTO DE FUTUROS PROFESORES DE EDUCACIÓN PRIMARIA SOBRE PROBABILIDAD EN EXPERIENCIAS COMPUESTAS	165
FERNANDES, J. A. ^A , GEA, M. M. ^B , BATANERO, C. ^B	
COMPENSIÓN DE MEDIDAS DE ASOCIACIÓN EN TABLAS RXC POR ESTUDIANTES DE	

PSICOLOGÍA	173
GUSTAVO R. CAÑADAS, PEDRO ARTEAGA, J. MIGUEL CONTRERAS, MARÍA M. GEA.	
INVESTIGACIÓN SOBRE LIBROS DE TEXTO EN LOS SIMPOSIOS DE LA SEIEM (1997-2015).....	181
MARCO-BUZUNÁRIZ, M.A. ^A , MUÑOZ-ESCOLANO, J.M. ^A , OLLER-MARCÉN, A.M. ^B	
VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO: ESTUDIO PILOTO EN LA ESPECIALIDAD DE MATEMÁTICAS	192
MUÑIZ-RODRÍGUEZ, L. ^{A,B} , ALONSO, P. ^A , RODRÍGUEZ-MUÑIZ, L. J. ^A , VALCKE, M. ^B	
CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO, MOVILIZADO Y EMERGENTE, EN UNA CLASE DE PRIMARIAS SOBRE LAS POSICIONES RELATIVAS DE LAS RECTAS	203
VÍCTOR J. BARRERA CASTARNADO ^{A,B} , MARÍA DEL MAR LIÑÁN GARCÍA ^{A,B} , M ^a CINTA MUÑOZ-CATALÁN ^A , LUIS CARLOS CONTRERAS GONZÁLEZ ^C .	
ANÁLISIS DE PROCESOS DIDÁCTICOS PARA LOGRAR CONVENCIMIENTO EN UN CONOCIMIENTO MATEMÁTICO BIEN FUNDAMENTADO	215
MARTÍNEZ-NAVARRO, B. Y RIGO-LEMINI, M.	
CREENCIAS Y ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS. UN ESTUDIO CON ALUMNOS DE BACHILLERATO	225
LEMUS M. Y URSINI S.	
FORMAS DE CONSTRUIR EL CONCEPTO DE FUNCIÓN INTEGRAL: DOS ESTUDIOS DE CASO.	233
ARANDA, C. ^A , CALLEJO, M.L. ^B	
SIGNIFICADO Y CONCEPCIONES DE CONCEPTOS MATEMÁTICOS ESCOLARES	244
FERNÁNDEZ-PLAZA, J. A., CASTRO-RODRÍGUEZ, E., ESTRELLA, M., MARTÍN-FERNÁNDEZ, E., RECONOCIMIENTO DE PRÁCTICAS, OBJETOS Y PROCESOS EN LA RESOLUCIÓN DE TAREAS MATEMÁTICAS: UNA COMPETENCIA DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS	
254	
GIACOMONE, B. ^A , GODINO, J. D. ^A , WILHELMI, M. R. ^B Y BLANCO, T. F. ^C	
EL DISCURSO MATEMÁTICO DEL PROFESOR: EJEMPLOS, EXPLICACIONES Y COHERENCIA LOCAL	263
PLANAS, N. ^A , FORTUNY, J. M. ^A , ARNAL-BAILERA, A. ^B , GARCÍA-HONRADO, I. ^C	
ARTICULANDO CONOCIMIENTOS Y COMPETENCIAS DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS: EL MODELO CCDM	273
GODINO, J. D. ^A , BATANERO, C. ^A , FONT, V. ^B Y GIACOMONE, B. ^A	
RELACIÓN ENTRE ESTADO DE CONOCIMIENTO EN FRACCIONES Y PROBLEMAS DESCRIPTIVOS DE FRACCIONES	283
SANZ, MARÍA T. ^A ; GÓMEZ, BERNARDO ^A .	
RESOLUCIÓN POR SKYPE DE UNA TAREA DE VISUALIZACIÓN COOPERATIVA POR UNA PAREJA DE ESTUDIANTES DE TALENTO	292
RAFAEL RAMÍREZ ^A , MARÍA JOSÉ BELTRÁN-MENEU ^B , ADELA JAIME ^B Y ÁNGEL GUTIÉRREZ ^B	
UNA APROXIMACIÓN A LAS ACCIONES MATEMÁTICAS	302
ALSINA, Á. ^A Y BERCIANO, A. ^B	
LOS MODOS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICO LINEAL Y CARTESIANO EN LA COMPRESIÓN DEL CONCEPTO DE SUCESIÓN NUMÉRICA EN ESTUDIANTES DE SEGUNDO CICLO ENSEÑANZA SECUNDARIA OBLIGATORIA	311
BAJO BENITO, JOSÉ MARIANO, GAVILÁN IZQUIERDO, JOSÉ MARÍA, SÁNCHEZ-MATAMOROS GARCÍA, GLORIA, UNIVERSIDAD DE SEVILLA.	
PATRONES EN EL DESARROLLO DEL RAZONAMIENTO INFERENCIAL INFORMAL: INTRODUCCIÓN A LAS PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA EN EL BACHILLERATO	321

SILVESTRE, E., SÁNCHEZ, E. HACIA UNA RELACIÓN ENTRE EL ETM Y EL MTSK A TRAVÉS DEL CONCEPTO DE FUNCIÓN	331
ESPINOZA-VÁZQUEZ, G ^A ., VERDUGO-HERNÁNDEZ, P ^A ., ZAKARYAN, D ^A ., CARRILLO, J ^B ., MONTROYA-DELGADILLO, E ^A .	
RELACIONES FUNCIONALES QUE EVIDENCIAN ESTUDIANTES DE TERCERO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN QUE USAN	341
PINTO, E., CAÑADAS, M. C., MORENO, A. Y CASTRO, E.	
CONOCIMIENTO PROFESIONAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN PRIMARIA: UNA PERSPECTIVA CURRICULAR.....	351
PIÑEIRO, J. L., CASTRO, E. Y CASTRO-RODRÍGUEZ, E.	
RELACIONES FUNCIONALES IDENTIFICADAS POR ESTUDIANTES DE PRIMERO DE EDUCACIÓN PRIMARIA Y ESTRATEGIAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUE INVOLUCRAN FUNCIONES LINEALES.....	362
MORALES, R. ^A , CAÑADAS, M. C. ^A , BRIZUELA, B. M. ^B Y GÓMEZ, P. ^C	
LA TENDENCIA A RESTAR EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE M.C.D EN ALUMNOS DE PRIMARIA.....	373
GONZÁLEZ-CALERO ^A , J. A., MARTÍNEZ ^A , S., Y SOTOS ^A , M. A.	
LA VARIABILIDAD EN EL RAZONAMIENTO PROBABILÍSTICO INFORMAL DE ESTUDIANTES DE BACHILLERATO	383
SÁNCHEZ, E. ^A ; MERCADO, M. ^B Y GARCÍA, J. ^A	
APRENDIZAJE DE ESTUDIANTES PARA PROFESOR SOBRE LA COMPRESIÓN DEL LÍMITE DE UNA FUNCION EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO.....	394
^A FERNÁNDEZ, C., ^B SÁNCHEZ-MATAMOROS, G., ^A CALLEJO, M.L. Y ^A MORENO, M.	
ANÁLISIS DEL APROVECHAMIENTO DE OPORTUNIDADES DE APRENDIZAJE GENERADAS EN LA DISCUSIÓN EN GRAN GRUPO DE UN PROBLEMA DE TRANSFORMACIONES GEOMÉTRICAS	403
GARCÍA-HONRADO, I. ^A , FORTUNY, J. M. ^B , FERRER M. ^B , MORERA, L. ^B	
INTERACCIÓN ENTRE PARES: TERRENO DE APRENDIZAJE MATEMÁTICO Y DE ‘EMPATÍA MATEMÁTICA’	414
GÓMEZ-LÁZARO, H. D., RIGO-LEMINI M.	
COMPORTAMIENTO DE ESTUDIANTES DE MAESTRO AL MEDIR EL VOLUMEN.....	424
MONTORO-MEDINA, A. ^B , GIL-CUADRA, F. ^A , MORENO-CARRETERO, M.F. ^A	
LAS ACTIVIDADES DE MEDIDA EN EL LIBRO DE TEXTO: UN ESTUDIO DE CASO	435
ELENA MENGUAL, NÚRIA GORGORIÓ, LLUÍS ALBARRACÍN.	
LA CONTEXTUALIZACIÓN SOCIAL EN LOS LIBROS DE TEXTO DE EDUCACIÓN PRIMARIA DE MATEMÁTICAS DE LA INDIA	445
RAMIS-CONDE, I. ^A , MOLINA, D. ^B , HOPE, A. ^C	
ANÁLISIS DE LAS DECISIONES DEL PROFESOR DESDE LA PERSPECTIVA DE LA OBSERVACION PROFESIONAL.....	455
GARZÓN CASTRO D.	
INFLUENCIA DEL CONTEXTO EN EL USO E INTERPRETACIÓN DE MEDIDAS DE CENTRALIZACIÓN AFECTADAS POR VALORES ATÍPICOS	465
MARTÍNEZ, M ^a L ^A .; HUERTA, M. P ^B .	
EL PORTAFOLIO COMO HERRAMIENTA PARA DESARROLLAR Y EVALUAR LA COMPETENCIA REFLEXIVA EN FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICA	476
SECKEL, MJ ^A Y FONT, V ^B .	

RELACIONES ENTRE LAS DIMENSIONES DE LAS ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS EN FUTUROS MAESTROS.....	486
SONEIRA, C., NAYA-RIVEIRO, M.C., DE LA TORRE, E., MATO, D.	
LA CONSTRUCCIÓN DE LA CULTURA DE RACIONALIDAD EN UNA CLASE DE MATEMÁTICAS	495
RODRÍGUEZ-RUBIO, S. G. Y RIGO-LEMINI, M.	
EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE CREATIVIDAD MATEMÁTICA EN EL DISEÑO DE UNA C-UNIDAD	505
SALA, G. ^A , BARQUERO, B. ^A , MONREAL, N. ^B , FONT, V. ^A , BARAJAS, M. ^A	
UNA PROPUESTA DE EVALUACIÓN FORMATIVA PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN MATEMÁTICAS	515
BENJUMEDA, F. J. ^A , ROMERO, I. ^B , ZURITA, I. ^C	
APROXIMACIÓN A LA PROBABILIDAD EN EL AULA DE EDUCACIÓN PRIMARIA. UN ESTUDIO DE CASO SOBRE LOS PRIMEROS ELEMENTOS LINGÜÍSTICOS.....	525
VÁSQUEZ-ORTIZ, C. ^A Y ALSINA, A. ^B	
DESCRIPTORES DEL DESARROLLO DE UNA MIRADA PROFESIONAL SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES PARA MAESTRO.....	535
IVARS, P., FERNÁNDEZ, C. Y LLINARES, S.	
INTERTEXTOS CREADOS POR NIÑOS DE PRIMARIA EN EL ÁMBITO DE LOS ENTEROS: UN ANÁLISIS HISTÓRICO.....	545
GALLARDO, A., MEJÍA J., SAAVEDRA, G.	
APROXIMACIÓN ONTOSEMIÓTICA DE PRÁCTICAS DE AULA SOBRE LA MEDIDA EN EDUCACIÓN PRIMARIA	555
NOGUEIRA, I. C. ^A , BLANCO, T. F. ^B , RODRÍGUEZ VIVERO, D. ^B , DIEGO-MANTECÓN, J. M. ^C	
PÓSTERES.....	565
DIALÉCTICA ENTRE LAS FACETAS OSTENSIVA Y NO OSTENSIVA DE LAS PRÁCTICAS MATEMÁTICAS. IMPLICACIONES PARA LA FORMACIÓN DE PROFESORES	567
GIACOMONE, B. Y GODINO, J. D.	
TRABAJANDO LA DEMOSTRACIÓN CON PROFESORADO DE SECUNDARIA EN FORMACIÓN	569
ARNAL-BAILERA, A. ^A , OLLER-MARCÉN, A.M. ^B	
HOMOLOGANDO DATOS VIRTUALES: UNA APROXIMACIÓN A LA PROBABILIDAD FRECUENCIAL.....	571
BOIGUES, F., ESTRUCH, V., Y VIDAL, A.	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PRIMERAS EDICIONES DEL TRATADO DE ÁLGEBRA SUPERIOR DE JUAN CORTÁZAR.....	573
LEÓN-MANTERO, C., MAZ-MACHADO, A.	
EDUCACIÓN MATEMÁTICA REALISTA EN EDUCACIÓN INFANTIL: “REDESCUBRIENDO EL TEATRO CALDERÓN DE VALLADOLID”	575
NOVO, M ^A L. ^A , SERRANO, A. ^A Y ALSINA, Á. ^B	
APRENDER A OBSERVAR EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO DE LOS ESTUDIANTES DE INFANTIL EN RELACIÓN A LA MAGNITUD LONGITUD.....	577
SÁNCHEZ-MATAMOROS, G. ^A ; VALLS, J. ^B ; MORENO, M. ^B	
INNOVACIÓN DIGITAL EN EL AULA DE MATEMÁTICAS: DESARROLLO DE MATERIALES DOCENTES COMO APOYO EN LA ENSEÑANZA	579
DELGADO-MARTÍN, L., RUIZ-MÉNDEZ, C.	
IDENTIFICANDO LAS RELACIONES DIMENSIONALES DE LA ESCALA DE ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS PROPUESTA POR AUZMENDI EN MAESTROS EN FORMACIÓN	581

CASAS, J.C. ^A , LEÓN-MANTERO, C. ^A , MAZ-MACHADO, A. ^A , JIMÉNEZ-FANJUL, N. ^A , MADRID, M.J. ^A	
CONOCIMIENTO DE UN PROFESOR UNIVERSITARIO EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE SUCESIÓN NUMÉRICA	583
CODES, M., GONZÁLEZ, M. T.	
ACTIVIDAD COMUNICATIVA Y MATEMÁTICA EN UN AULA CON ESTUDIANTES SORDOS	585
NAIROUZ, Y. Y PLANAS. N.	
COMPETENCIAS Y CONOCIMIENTOS DIDÁCTICOS DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS SEGÚN EL EOS.....	587
GODINO, J. D. Y GIACOMONE, B.	
MATEMÁTICAS PARA LA SOCIEDAD: UNA VISIÓN DESDE LOS LIBROS DE ARITMÉTICA DEL SIGLO XVI	589
MADRID, M. J. ^A , MAZ-MACHADO, A. ^A , LÓPEZ, C. ^B Y LEÓN-MANTERO, C.	
BIBLIOGRAFÍA USADA EN LA FORMACIÓN MATEMÁTICA DEL PROFESORADO DE INFANTIL	591
MADRID, M. J. ^a , JIMÉNEZ-FANJUL, N. ^A Y MAZ-MACHADO, A. ^A	
CONCEPCIONES DE PROFESORES EN FORMACIÓN RESPECTO A LA ENSEÑANZA DEL ÁLGEBRA LINEAL	593
SERRANO, I. ^A , MAZ-MACHADO, A. ^A Y MADRID, M.J. ^A	
CÁLCULO MENTAL DE PRIMITIVAS E INTEGRACIÓN NUMÉRICA.....	595
ARCE, M., CONEJO, L., ORTEGA, T., PECHARROMÁN, C. Y PORRES, M.	
PATRONES GEOMÉTRICOS PARA INICIAR EN EL ÁLGEBRA A ESTUDIANTES DE PRIMARIA CON TALENTO MATEMÁTICO	597
ARBONA, E., JAIME, A., GUTIÉRREZ, A., BELTRÁN-MENEU, M.J.	
DEMANDA COGNITIVA EN ESTÁNDARES EDUCATIVOS Y EVALUACIÓN EN ÁLGEBRA	599
RAMOS, L., CASAS, L.	
IDENTIFICANDO ACTIVIDADES DE MATEMATIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL EN UN PROCESO DE CLASIFICACIÓN.....	601
GONZÁLEZ-REGAÑA, A.J., MARTÍN-MOLINA, V. Y GAVILÁN-IZQUIERDO, J.M.	
ANÁLISIS DE LA DEMANDA COGNITIVA DE RESOLUCIONES DE PROBLEMAS. UN EJEMPLO: CORTANDO POLÍGONOS	603
BENEDICTO, C. ^A , HOYOS, E.A. ^B , ARISTIZÁBAL, J.H. ^B , GUTIÉRREZ, A. ^A , JAIME, A. ^A	
CARACTERIZACIÓN DE TAREAS MATEMÁTICAS CREADAS POR ESTUDIANTES PARA MAESTRO A PARTIR DE CONTEXTOS COTIDIANOS.....	605
CÁCERES, M. J. ^A , CHAMOSO, J. M. ^B .	
ARTICULANDO LAS ACTIVIDADES DE CONJETURAR Y PROBAR DE LOS MATEMÁTICOS PROFESIONALES DESDE LA TEORÍA DE PEIRCE.....	607
TOSCANO-BARRAGÁN, R., FERNÁNDEZ-LEÓN, A. Y GAVILÁN IZQUIERDO, J. M.	
EVOLUCIÓN DE LA ANSIEDAD MATEMÁTICA EN LOS MAESTROS DE PRIMARIA EN FORMACIÓN	609
MARBÁN, J.M., MAROTO, A. YPALACIOS, A.	
INVESTIGACIÓN SOBRE EL CONCEPTO DE GRAFO.....	611
GAVILÁN-IZQUIERDO, J. M. Y GONZÁLEZ, A.	
UNA PROPUESTA QUE FACILITA EL USO EFICAZ DE LOS LIBROS DE TEXTO A LOS FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICAS.....	613
ARNAL, M. ^A , ARTEAGA, B. ^B , BAEZA, M.A. ^A , CID, A.I. ^C , CLAROS, J. ^A , JOGLAR, N. ^C , MACÍAS, J. ^B ,	

MODELADO DE ESTUDIANTE EN RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS A TRAVÉS DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS	615
SANZ, M. T. ^A , ARNAU, D. ^A , GONZÁLEZ-CALERO, J. A. ^B , AREVALILLO-HERRAÉZ, M. ^A	
CONSTRUCCIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA CARACTERIZAR EL CONOCIMIENTO DEL PROFESOR DE INFANTIL	617
GUERRERO, A.A., AZCÁRATE, P. Y CARDEÑOSO, J. M.	
LAS CREENCIAS DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS Y SU INFLUENCIA EN LA PRÁCTICA DOCENTE	619
DIEGO-MANTECÓN ^A , J.M.; GRAÑA ^A , C.; BLANCO ^B , T.F.; VALLINES ^C , R Y DIEGO, M.A ^A	
FRACCIONES EN LA RECTA NUMÉRICA	621
VALENZUELA, C. ^{A,B} , ARNAU, D. ^A , FIGUERAS, O. ^B , GUTIÉRREZ-SOTO, J. ^A	
HABILIDADES DE VISUALIZACIÓN DE ESTUDIANTES DE PRIMARIA EN ACTIVIDADES DE GEOMETRÍA ESPACIAL.....	623
ESCRIVÁ, M.T., BELTRÁN-MENEU, M.J., GUTIÉRREZ, A., JAIME, A.	
RETOS Y OPORTUNIDADES DE LOS AMBIENTES DE GEOMETRÍA DINÁMICOS	625
URIBE-KAFFURE, L., CASTRO-GORDILLO, W., VILLA-OCHOA, J.	
COMPETENCIA FINANCIERA Y MODELACIÓN MATEMÁTICA EN BACHILLERATO: UN ACERCAMIENTO CUALITATIVO DESDE LA INVESTIGACIÓN BASADA EN DISEÑO (DBR)	627
MARBÁN PRIETO, J. M., SÁNCHEZ ANTOLÍN, F. J.	
ALGORITMOS ABN: CREENCIAS DE MAESTROS DE EDUCACIÓN PRIMARIA EN FORMACIÓN	629
ADAMUZ-POVEDANO, N. ^A , BRACHO-LÓPEZ, R. ^A Y ALBANESE, V. ^B	
EFFECTOS DEL USO DEL DRAGONBOX ALGEBRA12+ EN LA RESOLUCIÓN DE ECUACIONES .	631
MOLINA RIBERA, L., ARNAU, D., GUTIÉRREZ-SOTO, J.	
ESQUEMAS DE PRUEBA EN TORNO AL CONCEPTO DE PROPORCIONALIDAD EN LOS LIBROS DE TEXTO.....	633
CONEJO, L. ^A , MUÑOZ-ESCOLANO, J. M. ^B , OLLER-MARCÉN, A. M. ^C	
COMPETENCIA ESTADISTICA DEL FUTURO PROFESORADO DE EDUCACION PRIMARIA: ANALISIS DE LA REPERCUSION DEL ABP EN SU ADQUISICION	635
ANASAGASTI, J.Y BERCIANO, A.	
LOS CATÁLOGOS DE MATERIAL Y LA HISTORIA DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA.....	637
CARRILLO GALLEGO, D. ^A , DÓLERA ALMAIDA, J. ^B	
LA SUBITIZACIÓN EN TAREAS NUMÉRICAS EN NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN	639
TUSET, I. ^A . BRUNO, A. ^B NODA, A. ^B Y RAMÍREZ, M. ^A	
ESTUDIO EMPÍRICO SOBRE LA INFLUENCIA DE RECURSOS HEURÍSTICOS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PROBABILIDAD CONDICIONADA L ₀ Y L ₂	641
DIAGO, P. D. ^A , GUTIÉRREZ-SOTO, J. ^A , ARNAU, D. ^A , AREVALILLO-HERRAÉZ, M. ^B	
DISEÑO DE UNA INVESTIGACIÓN SOBRE EL ERROR DE INVERSIÓN Y LAS BASES NEURONALES SUBYACENTES.....	643
VENTURA-CAMPOS, N. ^A , ARNAU, D. ^A , GUTIÉRREZ-SOTO, J. ^A , GONZÁLEZ-CALERO, J.A. ^B Y ÁVILA, C. ^C	
DIFERENCIAS EN ACTITUDES HACIA LAS MATEMÁTICAS Y ACTITUDES MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE MATEMÁTICAS E INGENIERÍA	645
MEJÍA, A. ^A Y SÁNCHEZ, J. G. ^{A, B}	
FACTORES QUE FAVORECEN EL APRENDIZAJE DE LA ESTADÍSTICA CON PROYECTOS	647
ISLAS-LÓPEZ, A., PINTO-SOSA, J.	

LA INCLUSIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA.....	649
MORENO-PINO, F., AZCÁRATE, P. Y CARDEÑOSO, J. M.	
INTERACCIÓN PROFESOR-ALUMNOS CUANDO RESUELVEN CONJUNTAMENTE UN PROBLEMA DE DIFERENTES DOMINIOS COGNITIVOS EN AULAS DE PRIMARIA: PROCESOS QUE SE PROMUEVEN	651
SÁNCHEZ, B. ^A , RAMOS, M. ^B , CHAMOSO, J. M. ^A , VICENTE, S. ^B Y ROSALES, J. ^B	
¿PROPONEN LOS LIBROS DE TEXTO DE MATEMÁTICAS DE EDUCACIÓN PRIMARIA DEMASIADAS ACTIVIDADES?	653
SANTAOLALLA, E.	
EVALUACIÓN DE ALFABETIZACIÓN ESTADÍSTICA EN UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA.....	655
MARÍN-CHE, A., PINTO-SOSA, J.	
REPERCUSIÓN DEL USO DE PUNTOS DE REFERENCIA EN LA ADQUISICIÓN DE HABILIDADES DE ORIENTACIÓN ESPACIAL POR ESCOLARES DE 5 AÑOS: ESTUDIO DE CASOS.....	657
ZABALA, L., JIMÉNEZ-GESTAL, C. ^A Y BERCIANO, A. ^B	
ANÁLISIS DE EVIDENCIAS DE PENSAMIENTO FUNCIONAL EN ESTUDIANTES DE 5º CURSO PRIMARIA.....	659
BASTÍAS SEPÚLVEDA, K., MORENO VERDEJO, A.	
LAS MATEMÁTICAS EN EL BACHILLERATO A DISTANCIA: RESTRICCIONES EPISTEMOLÓGICAS Y PEDAGÓGICAS	661
OLIVARES-CARRILLO, P., SÁNCHEZ-JIMÉNEZ, E.	
PROPUESTAS DE LOS PROFESORES NORMALISTAS SOBRE LA DEMOSTRACIÓN (1922-1936)	663
CARRILLO GALLEGO, D. ^A , SÁNCHEZ JIMÉNEZ, E. ^B	
ANÁLISIS DE LA FORMACIÓN MATEMÁTICA EN LOS ACTUALES GRADOS EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS	665
DÍAZ, F.J., MARBÁN, J. M.	
ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA REVISTA AIEM-AVANCES EN INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA (2012-2016).....	667
CÁRDENAS, J. A. ¹ Y JIMÉNEZ-GESTAL, C. ²	
RELACIONES ENTRE CONCEPCIONES Y CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO (MTSK) ACERCA DE CLASIFICACIÓN DE FIGURAS PLANAS	669
AGUILAR, A. ^A , CARRILLO, J. ^A Y MUÑOZ-CATALÁN, M.C. ^B	
CONEXIONES ENTRE LA MATEMÁTICA Y OTRAS DISCIPLINAS EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS DE EDUCACIÓN INFANTIL.....	671
CODES, M. ^A , MARCET, V. J. ^A , GONZÁLEZ, C. ^A	
CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS SUSTRACCIONES EN LAS QUE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS COMETEN ERRORES	673
RODRÍGUEZ, M.M. ^A , SÁNCHEZ, A. B. ^B Y LÓPEZ, R. ^A	

VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA EVALUAR EL MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO: ESTUDIO PILOTO EN LA ESPECIALIDAD DE MATEMÁTICAS

Validation of an instrument to assess the Master Degree in Teacher Education: pilot study in the specialty of mathematics

Muñiz-Rodríguez, L.^{a, b}, Alonso, P.^a, Rodríguez-Muñiz, L. J.^a, Valcke, M.^b

^a Universidad de Oviedo (España), ^b Universidad de Gante (Bélgica)

Resumen

Los programas de formación inicial docente deben proporcionar al futuro profesorado unas competencias especializadas que le capaciten para el ejercicio de su profesión. En este trabajo se presenta un estudio piloto que tiene un doble objetivo. Por un lado, validar un cuestionario para evaluar la calidad de los programas de formación inicial docente en España sobre la base de la formación disciplinar del futuro profesorado de matemáticas y el dominio de competencias. Por otro lado, llevar a cabo una evaluación preliminar de dichos programas a partir de los datos obtenidos. El estudio consistió en una encuesta online en la que participaron 51 titulados del Máster en Formación del Profesorado en la especialidad de matemáticas de diferentes universidades españolas. El análisis de datos avala la validez y fiabilidad del instrumento. Los resultados indican bajos niveles de logro en todas las competencias analizadas, lo que parece indicar un déficit en los programas de formación inicial docente en España.

Palabras clave: *competencias docentes, Educación Secundaria, formación del profesorado, futuro profesorado de matemáticas.*

Abstract

Initial teacher education programs should provide future teachers with specialized competences to qualify them for the profession. In this paper we present a pilot study with a twofold goal. On one hand, the validation of an instrument to assess the quality of initial teacher education programs in Spain based on future mathematics teachers' content knowledge and the mastery of professional competences. On the other hand, a preliminary evaluation of these programs building on the results obtained. The study consisted on an online survey conducted by 51 graduates from the Master Degree in Teacher Education in mathematics from different Spanish universities. Data analysis supports the validity and feasibility of the instrument. Results show low levels of attainment in all analyzed competences, suggesting a deficit in initial teacher education programs in Spain.

Keywords: *teaching competences, secondary education, teacher education, future mathematics teachers.*

INTRODUCCIÓN

La formación inicial del futuro profesorado es un aspecto clave para garantizar la calidad del aprendizaje de los estudiantes. Investigaciones previas ponen de manifiesto la estrecha correlación entre los resultados en el aprendizaje de las matemáticas y el nivel de competencia de los docentes (Darling-Hammond, Holtzman, Gatlin & Heilig, 2005). A pesar de los numerosos intentos en los últimos años por mejorar los programas de formación para futuros profesores en Educación Secundaria en nuestro país (Rico, 2004; Santos & Lorenzo, 2015), todavía siguen siendo escasas las propuestas implementadas al respecto. Recientes investigaciones (López, Miralles & Viader, 2013; Santos & Lorenzo, 2015) cuestionan el conocimiento tanto disciplinar como didáctico del alumnado

Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P., Rodríguez-Muñiz, L. J., & Valcke, M. (2016). Validación de un instrumento para evaluar el Máster en Formación del Profesorado: estudio piloto en la especialidad de matemáticas. En C. Fernández, J. L. González, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 192-202). Málaga: SEIEM.

al finalizar el Máster en Formación del Profesorado en Educación Secundaria (MFPEs), y plantean la idea de reformular el sistema de formación para la docencia a nivel de Educación Secundaria.

Desde su implementación en el curso académico 2009/2010, el MFPEs ha sido foco de discusión en seminarios y comisiones de diferentes organizaciones y grupos de trabajo del territorio español en el contexto de la didáctica de las matemáticas: Comité Español de Matemáticas (CEMAT), Conferencia de Decanos de Matemáticas (CDM), Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE), Real Sociedad Matemática Española (RSME), Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM), entre otras. Pese a una valoración general positiva – no exenta de polémica (Viñao, 2013) – del MFPEs con respecto al anterior Certificado de Aptitud Pedagógica, las conclusiones de las distintas comisiones (Comisión de Educación de CEMAT, 2011; Font, 2013; Palarea, 2011; Valdés & Bolívar, 2014) siguen girando en torno a la necesidad de: garantizar una formación matemática sólida de los estudiantes admitidos en el MFPEs en la especialidad de matemáticas, profundizar en la coordinación entre docentes para asegurar una formación didáctica específica del contenido de la especialidad, fomentar la conexión entre la formación teórica y práctica, desarrollar un marco de competencias profesionales del futuro profesorado de matemáticas, entre otras.

El trabajo que se presenta, como parte de una investigación más amplia en el contexto de los programas de formación inicial docente para futuros profesores de matemáticas en Educación Secundaria en España, tiene como principal objetivo validar un cuestionario que permita analizar, por un lado, la formación disciplinar específica del alumnado que accede al MFPEs en la especialidad de matemáticas y, por otro lado, el nivel de adquisición de competencias durante dicho programa. Las preguntas de investigación que se plantean son: ¿es válido el instrumento diseñado para analizar la formación matemática del alumnado que accede al MFPEs en la especialidad de matemáticas, ¿es válido el instrumento diseñado para analizar la adquisición de competencias del alumnado que cursa el MFPEs? El estudio consistió en una encuesta online en la que participaron 51 titulados del MFPEs en la especialidad de matemáticas. En particular, se incluyen los resultados obtenidos en este estudio piloto para la validación del instrumento, ofreciendo una visión preliminar de algunos aspectos del MFPEs. El trabajo se estructura como sigue: en primer lugar, se presenta un marco teórico sobre competencias docentes y formación matemática para la enseñanza de las matemáticas en Educación Secundaria; en segundo lugar, se describe el instrumento de análisis, así como el proceso llevado a cabo para el desarrollo del estudio piloto; por último, se presentan tanto los resultados obtenidos a partir del análisis de datos, como las conclusiones derivadas del mismo.

FUNDAMENTOS

Competencias para la enseñanza de las matemáticas en Educación Secundaria

Uno de los principales objetivos perseguidos a nivel internacional en los últimos años es una formación inicial docente basada en el desarrollo por competencias (European Commission, 2013), entendiendo por competencia docente el conjunto de conocimientos, habilidades, valores y aptitudes que conducen al desarrollo efectivo de la docencia, en un contexto multidimensional que abarca al propio docente, sus compañeros, al alumnado, sus familias, el centro y, por ende, al sistema educativo en su sentido más amplio.

En la literatura podemos encontrar diferentes modelos teóricos que caracterizan las competencias del profesor para enseñar matemáticas. Una de las primeras conjeturas sobre las bases del conocimiento del docente para la enseñanza fue desarrollada por Shulman (1986), posteriormente profundizada por Mishra y Koehler (2006) con la demandada inclusión de la tecnología en el sistema educativo. El conocido modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) integra los tres pilares básicos del conocimiento: el contenido, la pedagogía y la tecnología.

A partir de esta teoría surgen numerosas investigaciones en el contexto de la educación matemática que persiguen identificar el conocimiento matemático necesario para la enseñanza de esta materia. Hill, Ball y Schilling (2008) caracterizan el conocimiento matemático para la enseñanza sobre dos elementos: el conocimiento del contenido, determinado por el conocimiento común del contenido, el conocimiento especializado del contenido, y el conocimiento en el horizonte matemático; y el

conocimiento pedagógico del contenido, desintegrado en conocimiento del contenido y los estudiantes, conocimiento del contenido y la enseñanza, y conocimiento del currículo.

Tomando lo anterior como fundamento, Godino (2009) propone un modelo mejorado (Modelo del Conocimiento Didáctico Matemático) basado en categorías de análisis más específicas de los conocimientos didáctico-matemáticos del docente, apoyándose en el enfoque ontosemiótico. Este enfoque es utilizado posteriormente en numerosas investigaciones que persiguen tanto caracterizar el conocimiento didáctico-matemático del docente en áreas concretas de las matemáticas (Gómez Torres, Contreras & Batanero, 2015; Pino-Fan, Godino & Font, 2014) como evaluar la formación del profesorado, tanto de Educación Primaria como Secundaria (Gonzato, Godino, Contreras & Fernández, 2013; Vásquez & Alsina, 2015).

Desde este referente teórico, en una fase preliminar a este estudio, se ha diseñado un marco de competencias para futuros docentes de matemáticas en Educación Secundaria. Para ello se han tenido también en cuenta marcos de referencia existentes a nivel internacional desarrollados por diferentes organizaciones educativas tales como el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM), la Asociación Australiana de Profesores de Matemáticas (AAMT), la Agencia de Garantía de la Calidad de la Educación Superior (QAA), entre otras. Dicho marco fue validado por expertos nacionales en matemáticas, didáctica y didáctica de las matemáticas, dando como resultado un conjunto de 33 competencias distribuidas en 12 áreas del conocimiento (Muñiz-Rodríguez, Alonso, Rodríguez-Muñiz & Valcke, 2015).

Formación matemática del futuro profesorado en Educación Secundaria

La presuposición de que la formación matemática del futuro profesorado es adecuada y sólida, es probablemente uno de los problemas más significativos y trascendentales de la formación inicial docente en España, tanto a nivel de Primaria (Rico, Gómez & Cañadas, 2014) como de Secundaria (Font, 2013). La orden ministerial que regula el MFPEs (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007) establece como requisito de acceso al máster la acreditación del dominio de las competencias relativas a la especialidad que se desee cursar mediante la realización de una prueba, de la que quedarán exentos quienes estén en posesión de una titulación universitaria afín a la especialidad elegida. Sin embargo, no existe a nivel nacional un acuerdo sobre un marco de titulaciones universitarias que respondan al término *titulación afín a la especialidad*, dando lugar a una notable heterogeneidad entre las titulaciones consideradas de acceso directo al MFPEs en matemáticas entre las distintas universidades españolas. Así, los resultados de un análisis previo, en el marco de esta investigación (Muñiz-Rodríguez, Alonso, Fernández-Blanco, Rodríguez-Muñiz & Valcke, 2015), manifiestan que las titulaciones más comunes que posee el alumnado que se matricula en el máster por la especialidad de matemáticas son, por orden de frecuencia: ingeniería (aeronáutica, civil, electrónica, industrial, mecánica,...) o arquitectura, matemáticas o estadística, economía, administración y dirección de empresas, física, e informática. Las carencias curriculares en contenido matemático de algunas de estas titulaciones no garantizan haber adquirido una formación matemática suficiente para acceder al MFPEs, mucho menos para impartir docencia.

En la literatura, parece no existir una respuesta homogénea a la pregunta: *¿qué contenidos matemáticos se deben dominar y con qué nivel de profundidad para llegar a ser profesor de matemáticas en Educación Secundaria?*, si bien parece existir cierto consenso en que el nivel de conocimiento matemático de un docente debe ir más allá del contenido que enseña (Ernerst, 1989; Sultan & Artzt, 2011). Algunas investigaciones previas demuestran que una inadecuada o escasa formación en contenido matemático puede tener consecuencias graves sobre el aprendizaje, tales como omisión del contenido, transmisión incorrecta del mismo, o enfoque de la enseñanza de las matemáticas como un conjunto de reglas y procedimientos y no como un proceso activo de indagación (Hill, Rowan & Ball, 2005; Vásquez & Alsina, 2015).

No obstante, evaluar la formación matemática del alumnado que accede al MFPEs por la especialidad de matemáticas no es tarea fácil. En el curso académico 2011/2012, López, Miralles y Viader (2013) sometieron a 33 alumnos matriculados en la especialidad de matemáticas del máster en las universidades Pompeu Fabra y Oberta de Catalunya a una prueba de contenidos matemáticos. Los resultados muestran una gran proporción de preguntas que no han sido respondidas, pudiendo deberse a que los titulados tienen reticencias a ser evaluados por miedo a poner en evidencia carencias en su formación matemática. Así, esta investigación pretende conocer la formación matemática recibida por

el alumnado matriculado en el MFPEs en la especialidad de matemáticas, yendo más allá de la denominación de su titulación, y de forma que se eviten los resultados de investigaciones previas fruto de la exposición a examen.

METODOLOGÍA

Población y muestra

La población de referencia para este estudio piloto está formada por todos los titulados del MFPEs en matemáticas desde su implementación en el curso académico 2009/2010. Dada la dificultad de acceso a la población, se optó por un muestreo no probabilístico incidental, con una muestra resultante de 51 participantes, que representan un total de 8 universidades españolas – Cantabria, Extremadura, Jaume I de Castellón, Oviedo, Pública de Navarra, Santiago de Compostela, Valladolid, y Zaragoza – de las 51 que ofertan actualmente esta especialidad. La tasa de respuesta obtenida fue adecuada (24.9%) tratándose de un estudio online y de un muestreo intencional.

Instrumento

El instrumento diseñado para la recogida de datos consta de tres secciones: perfil del individuo, competencias para la enseñanza de las matemáticas en Secundaria, y evaluación del cuestionario.

La primera sección se centra en variables demográficas (edad, sexo), formación académica (titulación universitaria, nivel de desempeño académico en educación universitaria, formación matemática recibida), características del programa en formación inicial docente (universidad, curso académico, especialidad, vía de acceso) e interés por la profesión (motivación para ser docente y futuro en la docencia). Para el diseño de estas preguntas se tuvieron en cuenta algunos ítems (Brese & Tatto, 2012) utilizados en el TEDS-M (Teacher and Education Development Study in Mathematics), primer estudio internacional comparativo sobre el conocimiento adquirido por el futuro profesorado de matemáticas en Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria al acabar su formación inicial desarrollado en 2008. Recordemos que la participación española en el estudio quedó limitada a la evaluación de futuro profesorado de Educación Primaria (Sanz & Martín, 2014). En particular, se han tomado como referencia las cuestiones del TEDS-M relativas a:

1. Contenidos matemáticos estudiados antes de iniciar el MFPEs. La formación matemática del futuro profesorado se mide mediante 18 indicadores de contenido matemático agrupados en 4 dominios: estructuras discretas y lógica, geometría, continuidad y funciones, y probabilidad y estadística. Los participantes deben indicar para cada uno de ellos si los han estudiado en algún momento anterior a su incorporación al MFPEs.
2. Vocación del alumnado con respecto a la labor docente. Los participantes tienen que indicar la medida en que seis motivos diferentes justifican su intención de ser profesor, así como su expectativa como profesor de matemáticas en Educación Secundaria en una escala de (1) *No busco trabajo como profesor* a (7) *Espero que sea mi profesión para toda la vida*.

La segunda parte del cuestionario pretende analizar la percepción del alumnado sobre las competencias para la enseñanza de las matemáticas en el MFPEs mediante tres escalas:

1. Importancia de cara a la labor como profesor de matemáticas en Educación Secundaria.
2. Nivel de desarrollo, *¿en qué medida se ha trabajado cada competencia durante el MFPEs?*
3. Nivel de dominio, *¿en qué medida el MFPEs le ha capacitado para desarrollar cada competencia?*

Para ello, se toma como referencia el marco de competencias docentes diseñado y validado previamente (Muñiz-Rodríguez, Alonso, Rodríguez-Muñiz & Valcke, 2015), tal y como se ha explicado con anterioridad. Para cada ítem se utiliza una escala Likert de siete puntos.

Por último, el cuestionario incluye una sección final con el objetivo de conocer la opinión de los participantes acerca del instrumento, esto es, adecuación de las preguntas, errores en la redacción que dificulten su correcta comprensión, duración de la encuesta, entre otros.

Recogida y análisis de datos

El cuestionario se diseñó mediante la plataforma LimeSurvey®, una aplicación libre que permite el diseño, publicación, administración y recopilación de datos de una encuesta en línea. Los participantes fueron contactados vía correo electrónico, a través del cual se les facilitó el enlace para participar en el estudio piloto. El posterior análisis de datos se llevó a cabo utilizando los softwares SPSS®, para el análisis cuantitativo, y Weft QDA, para el análisis cualitativo.

RESULTADOS

Perfil de los participantes

La edad media de los titulados que participaron en el estudio piloto fue de 30.82 años, con una desviación típica de 5.46, y con valores mínimo de 23 y máximo de 48 años. El 72.5% de los participantes eran mujeres. Así, es posible identificar cierta semejanza entre el perfil demográfico del profesorado en formación de Educación Primaria y de Educación Secundaria, teniendo en cuenta la afinidad de estos resultados con los del TEDS-M (INEE, 2013).

Formación matemática del futuro profesorado en Educación Secundaria

En primer lugar, se analizó la titulación de acceso al MFPEs de los titulados en la especialidad de matemáticas, obteniendo como resultado 17 titulaciones universitarias diferentes: matemáticas ($n_1 = 22$), una amplia gama de ingenierías ($n_2 = 21$), administración y dirección de empresas ($n_3 = 3$), química ($n_4 = 3$), arquitectura ($n_5 = 1$), y estadística ($n_6 = 1$). La mayoría de los titulados situaron su nivel de rendimiento académico en educación universitaria en las categorías de *aprobado* o *notable*.

La tabla 1 muestra el porcentaje de titulados que habían estudiado cada contenido matemático en algún momento anterior a su incorporación al MFPEs en la especialidad de matemáticas. Más de un 80% de los encuestados reconocen haber estudiado los ítems A, B, F, J, K, L, N, O, Q y R en algún momento anterior a su incorporación al MFPEs. Los contenidos matemáticos restantes – C, D, E, G, H, I, M, P y S – fueron estudiados por entre un 60.8% y un 76.5% de los encuestados.

Asimismo, los resultados del análisis correlacional entre la titulación universitaria de los participantes y su formación matemática señalan diferencias significativas en todas las áreas, salvo en probabilidad y estadística. Esta singularidad se comenta con más detalle en la siguiente sección.

Interés por la profesión docente

Las motivaciones más valoradas son de naturaleza intrínseca o vocacional (gusto por las matemáticas, talento para ser profesor, entusiasmo por trabajar con gente joven), recibiendo las motivaciones de tipo extrínseco o profesional (salario, seguridad a largo plazo que ofrece la profesión docente) calificaciones menos acentuadas. Asimismo, la mitad de los participantes mostraron una gran aspiración por desarrollar su carrera profesional en el ámbito de la enseñanza.

Tabla 1. Contenidos matemáticos estudiados previo acceso al MFPEs en matemáticas

Área de las matemáticas	Contenido matemático	%
Estructuras discretas y lógica	Números y operaciones (A)	96.1%
	Álgebra lineal (B)	98.0%
	Teoría de conjuntos (C)	74.5%
	Álgebra abstracta (D)	60.8%
	Matemática aplicada o discreta (P)	76.5%
	Lógica matemática (S)	68.6%
Geometría	Fundamentos de geometría o geometría axiomática (E)	72.5%
	Geometría analítica o geometría de coordenadas (F)	98.0%
	Geometría no-euclídea (G)	72.5%
	Geometría diferencial (H)	74.5%
	Topología (I)	70.6%
Continuidad y funciones	Introducción al cálculo (J)	100.0%
	Cálculo (K)	100.0%
	Cálculo de varias variables (L)	98.0%
	Cálculo avanzado, análisis real, teoría de la medida (M)	66.7%

	Ecuaciones diferenciales (N)	94.1%
	Variable compleja y análisis funcional (O)	80.4%
Probabilidad y estadística	Probabilidad (Q)	94.1%
	Estadística teórica o aplicada (R)	96.1%

Competencias para la enseñanza de las matemáticas en Educación Secundaria

La tabla 2 muestra los resultados sobre la escala Likert de 7 puntos de las tres medidas de análisis – importancia, nivel de desarrollo, y nivel de dominio – de las competencias para la enseñanza de las matemáticas en Educación Secundaria en el MFPEs desde el punto de vista de los titulados que participaron en el estudio. A pesar de que los futuros profesores de matemáticas en Educación Secundaria consideran relativamente importantes todas las competencias (mín. importancia = 5.02, máx. importancia = 6.33), opinan que estas han sido débilmente trabajadas durante el MFPEs (mín. desarrollo = 3.31, máx. desarrollo = 5.14) y, por tanto, no creen estar suficientemente capacitados en cada una de ellas (mín. dominio = 3.55, máx. dominio = 5.04).

Por último, se analizó mediante una prueba t para una muestra, si existen diferencias significativas entre el nivel de dominio manifestado por los titulados en cada competencia y el nivel deseado, tomando como referencia el modelo *mastery learning* de Zimmerman y Dibenedetto (2008) que establece un nivel de dominio mínimo del 80%. El análisis muestra que existen diferencias significativas entre ambos indicadores, siendo el nivel de dominio inferior al índice de referencia en todas las competencias (el valor de la t es siempre negativo).

Calidad del instrumento

El análisis de las propiedades psicométricas, realizado mediante el coeficiente alfa de Cronbach para las escalas de importancia ($\alpha_{\text{importancia}} = 0.955$), desarrollo ($\alpha_{\text{desarrollo}} = 0.973$) y dominio ($\alpha_{\text{dominio}} = 0.977$) del conjunto de competencias, refleja una alta fiabilidad. Las respuestas a la última pregunta aseguran que todos los enunciados son claros y que el instrumento es coherente para el análisis del MFPEs en matemáticas. El TEDS-M avala la validez y fiabilidad del resto de ítems.

Tabla 2. Competencias para la enseñanza de las matemáticas en Educación Secundaria

Dominio/ Competencia	Importancia	Desarrollo	Dominio
	M (DT)	M (DT)	M (DT)
<i>A. Conocimiento matemático...</i>			
Conocer y comprender el contenido...	6.00 (1.077)	3.96 (1.442)	4.02 (1.516)
Conocer la historia y desarrollos recientes...	5.24 (1.274)	3.75 (1.412)	3.76 (1.491)
<i>B. Conocimiento en DM...</i>			
Identificar concepciones/ dificultades/ errores...	6.22 (1.083)	4.16 (1.541)	4.12 (1.395)
Comunicar y representar contenido matemático...	6.33 (0.887)	4.20 (1.536)	4.47 (1.641)
Relacionar conceptos matemáticos...	6.20 (0.960)	4.29 (1.591)	4.47 (1.515)
Conocer principales líneas investigación DM...	5.45 (1.238)	3.90 (1.628)	3.96 (1.536)
<i>C. Teoría del proceso enseñanza-aprendizaje...</i>			
Seleccionar estrategias creativas e innovadoras...	5.92 (1.163)	4.39 (1.550)	4.41 (1.458)
Explicar el impacto de las estrategias de aprendizaje...	5.24 (1.176)	3.63 (1.399)	3.63 (1.356)
Utilizar variedad de materiales y recursos...	5.73 (1.234)	4.43 (1.700)	4.45 (1.540)
Conocer recursos para profesorado de matemáticas...	5.27 (1.060)	4.10 (1.300)	4.20 (1.265)
<i>D. Gestión del aula...</i>			
Incorporar normas y hábitos de comportamiento...	5.47 (1.155)	3.73 (1.601)	4.04 (1.574)
Utilizar diversas técnicas para motivar al alumnado...	6.24 (1.142)	4.12 (1.716)	4.33 (1.717)
Hacer uso eficiente del espacio del aula...	5.29 (1.361)	3.78 (1.579)	3.94 (1.690)
Fomentar situaciones de aprendizaje matemático...	5.84 (1.065)	3.94 (1.502)	4.02 (1.435)
<i>E. Planificación de las enseñanzas...</i>			
Planificar lecciones bien estructuradas...	5.82 (1.090)	4.67 (1.583)	4.67 (1.506)
Conocer los documentos curriculares vigentes...	5.49 (1.206)	5.14 (1.400)	5.04 (1.385)
Planificar tareas y actividades fuera del aula...	5.45 (1.222)	3.76 (1.544)	4.10 (1.688)

<i>F. Evaluación y tutoría...</i>			
Aplicar diferentes métodos y técnicas de evaluación...	5.69 (1.273)	4.06 (1.542)	4.08 (1.495)
Utilizar resultados de la evaluación para planificar...	5.76 (1.210)	3.75 (1.495)	3.86 (1.429)
Proporcionar retroalimentación a alumnado, familias...	5.67 (1.089)	3.57 (1.578)	3.73 (1.484)
<i>G. Desarrollo personal del estudiante...</i>			
Conocer las características del alumnado...	5.96 (1.038)	4.31 (1.435)	4.47 (1.433)
Conocer las etapas del desarrollo cognitivo...	5.78 (1.083)	4.65 (1.309)	4.51 (1.433)
Adaptar el proceso de enseñanza al desarrollo...	5.75 (0.997)	4.22 (1.419)	4.14 (1.470)
<i>H. Inclusión y atención a la diversidad...</i>			
Identificar las necesidades educativas del alumnado...	6.20 (0.749)	4.12 (1.608)	3.92 (1.495)
Adaptar el proceso de enseñanza a las necesidades...	5.84 (1.027)	4.00 (1.697)	4.02 (1.594)
Saber cuándo colaborar con el personal de apoyo...	5.80 (0.849)	3.94 (1.793)	3.88 (1.751)
<i>I. Tecnologías de la información y la comunicación...</i>			
Aplicar TIC dentro de los entornos educativos...	5.63 (1.058)	4.51 (1.554)	4.57 (1.404)
<i>J. Habilidades comunicativas...</i>			
Utilizar técnicas de comunicación verbal y no verbal...	5.57 (1.044)	3.96 (1.661)	4.04 (1.536)
<i>K. Participación en la comunidad educativa...</i>			
Participar en la definición del proyecto educativo...	5.02 (1.208)	3.65 (1.585)	3.88 (1.519)
Participar en la toma de decisiones del centro...	5.25 (1.214)	3.31 (1.581)	3.55 (1.527)
<i>L. Ética profesional...</i>			
Mostrar cualidades intrapersonales, como...	6.16 (1.120)	4.10 (1.513)	4.45 (1.629)
Contribuir a mejorar la enseñanza de matemáticas...	5.92 (0.977)	4.00 (1.549)	4.35 (1.610)
Comprometerse con el desarrollo profesional...	5.71 (0.944)	3.53 (1.515)	4.04 (1.788)

Nota. M = Media. DT = Desviación típica. DM = Didáctica de las matemáticas.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio piloto han permitido validar el instrumento diseñado para evaluar la calidad de la formación inicial docente en España para futuro profesorado de matemáticas en Educación Secundaria y avalan su idoneidad para ser utilizado en estudios a mayor escala.

Se considera oportuno introducir un cambio respecto al planteamiento definido en el cuestionario TEDS-M en el dominio *probabilidad y estadística*. Sobre la base de los resultados obtenidos en el análisis correlacional entre la titulación universitaria y la formación matemática en esta área, se sugiere una nueva caracterización, la cual busca representar de manera más adecuada las diferencias curriculares en materia de probabilidad y estadística existentes, por ejemplo, entre una titulación en matemáticas y una ingeniería. De cara a un análisis más preciso, se proponen los siguientes contenidos: *introducción al cálculo de probabilidades, procesos estocásticos, estadística descriptiva, vectores aleatorios y sucesiones de variables aleatorias, e inferencia estadística*.

Por otro lado, a partir de los datos recogidos ha sido posible llevar a cabo una evaluación preliminar de la especialidad de matemáticas del MFPEs y detectar algunas carencias en cuanto a la formación matemática del alumnado que accede a dicho máster y al dominio de competencias por parte de los titulados una vez finalizado el programa.

En primer lugar, y en línea con investigaciones anteriores (López, Miralles & Viader, 2013), la formación matemática del alumnado que accede al MFPEs es, en algunos casos, insuficiente (véase tabla 1). Los criterios impuestos por algunas universidades sobre qué titulaciones dan acceso directo a la especialidad del máster deben ser revisados, ya que acreditar estar en posesión de una titulación universitaria que no sea matemáticas no asegura, en algunos casos, haber recibido una formación disciplinar lo suficientemente sólida como para impartir esta materia. Este déficit también ha sido detectado en la formación inicial de maestros (Rico, 2014).

Los datos recogidos acerca del rendimiento académico en educación universitaria del alumnado que accede al máster muestran que en España no existe un criterio de selección de candidatos a la profesión docente en base a un mínimo en su expediente académico universitario, como sí lo hacen otros países (por ejemplo, Finlandia). Estudios previos indican que los mejores sistemas educativos atraen a la docencia a candidatos con mejores calificaciones (Castejón, 2015), factor que contribuye, junto con las conclusiones previas, a la revisión de los criterios de admisión al MFPEs.

Entre los resultados obtenidos acerca de las competencias para la enseñanza de las matemáticas en Secundaria encontramos uno de los problemas más críticos del MFPEs. Los titulados indican que la mayoría de las competencias no han sido trabajadas lo suficiente durante el programa de formación, y por tanto aseguran que el MFPEs no les ha capacitado para su dominio. Las competencias que no se han desarrollado de manera adecuada según los titulados, apuntan en algunos casos a aspectos esenciales de la profesión docente, como por ejemplo, ser capaz de explicar el impacto que tienen sobre el alumnado las estrategias adoptadas para el aprendizaje de las matemáticas, proporcionar retroalimentación constructiva, útil y oportuna al alumnado, sus familias y a otros profesionales del centro, identificar las diferentes necesidades educativas del alumnado, entre otras (véase tabla 2).

Por último, también es relevante el predominio de razones vocacionales frente a profesionales para ser docente, teniendo en cuenta el impacto significativo que la motivación tiene sobre la formación del profesorado (INEE, 2013) y la profesionalidad del profesorado (Larrosa, 2010).

Los resultados preliminares de este estudio piloto parecen indicar un problema de calidad en el sistema de formación inicial docente en España. El siguiente paso de esta investigación será llevar a cabo un estudio a mayor escala en el que participen no solo estudiantes y titulados del MFPEs en la especialidad de matemáticas, sino también docentes del máster y tutores de prácticas en centros de Educación Secundaria. Este enfoque desde múltiples perspectivas enriquecerá las conclusiones del estudio, y permitirá identificar aquellas competencias débilmente trabajadas y desarrolladas durante el MFPEs, a partir de las cuales se desarrollarán propuestas de intervención que permitan al futuro profesorado lograr el principal objetivo que persiguen los programas de formación inicial docente, esto es, adquirir una formación especializada que les capacite para el ejercicio de su profesión.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de esta investigación agradece a todos los participantes su colaboración e interés durante el desarrollo de este estudio piloto. Sus opiniones y sugerencias como titulados del MFPEs en la especialidad de matemáticas fueron de gran utilidad para la validación del instrumento.

Referencias

- Brese, F., & Tatto, M. T. (Eds.). (2012). *TEDS-M 2008 Users Guide for the International Database. Supplement 1*. Hamburg: IEA.
- Comisión de Educación de CEMAT. (2011). Seminario 2010 de la Comisión de Educación del Comité Español de Matemáticas CEMAT. *Suma*, 66, 137-139.
- Castejón, J.L. (2015). *Aprendizaje y rendimiento académico*. Alicante: Editorial Club Universitario.
- Darling-Hammond, L., Holtzman, D. J., Gatlin, S. J., & Heilig, J. V. (2005). Does Teacher Preparation Matter? Evidence about Teacher Certification, Teach for America, and Teacher Effectiveness. *Education Policy Analysis Archives*, 13(42).
- Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs, and attitudes of the mathematics teacher: a model. *Journal of Education for Teaching*, 15(1), 13-33.
- European Commission. (2013). *Supporting teacher competence development for better learning outcomes*. European Commission Education and Training.
- Font, V. (2013). La formación inicial del profesor de matemáticas de Secundaria en España. *Revista Binacional Brasil Argentina*, 2(2), 49-62.
- Godino, J. D. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos de profesor de matemáticas. *UNIÓN*, 20, 13-31.
- Gómez Torres, E., Contreras, J. M., & Batanero, C. (2015). Significados de la probabilidad en libros de texto para Educación Primaria en Andalucía. En Fernández, C., Molina, M., & Planas, N. (eds.). *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 73-87). Alicante: SEIEM.
- Gonzato, M., Godino, J. D., Contreras, A., & Fernández, T. (2013). Conocimiento especializado de futuros maestros de primaria sobre visualización de objetos tridimensionales. En Berciano, A., Gutiérrez, G., Estepa, A., & Climent, N. (eds.). *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 311-318). Bilbao: SEIEM.

- Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking Pedagogical Content Knowledge: Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic-Specific Knowledge of Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(4), 372-400.
- Hill, H. C., Rowan B., & Ball, D. L. (2005). Effects of Teachers' Mathematical Knowledge for Teaching on Student Achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371-406.
- INEE. (2013). *TEDS-M. Estudio Internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros. Informe Español. Volumen II. Análisis secundario*. Madrid: MECD.
- Larrosa, F. (2010). Vocación docente versus profesión docente en las organizaciones educativas. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 13(4), 43-51.
- López, M., Miralles, J., & Viader, P. (2013). Tres años del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de Matemáticas. *Suma*, 72, 31-36.
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2007). Orden ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 312, 53751-53753.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teacher College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P., Fernández-Blanco, T., Rodríguez-Muñiz, L. J., & Valcke, M. (2015). ¿Cuál es el perfil de los futuros profesores de matemáticas en Educación Secundaria? En Fernández, C., Molina, M., & Planas, N. (eds.) *Investigación en Educación Matemática XIX* (pp. 575). Alicante: SEIEM.
- Muñiz-Rodríguez, L., Alonso, P., Rodríguez-Muñiz, L. J., & Valcke, M. (2015). Validación de un marco de competencias para futuros profesores de matemáticas en Educación Secundaria. En Pérez, R., Rodríguez-Martin, A., & Álvarez, E. (eds.) *Innovación en la Educación Superior. Desafíos y propuestas* (pp. 219-226). Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo.
- Palarea, M. (2011). Informe del Seminario: La formación inicial del profesorado de matemáticas ante la implantación de los nuevos grados en infantil, primaria y máster de secundaria. *Educatio Siglo XXI*, 29(2), 225-234.
- Pino-Fan, L. R., Godino, J. D., & Font, V. (2014). Explorando aspectos relevantes del conocimiento didáctico-matemático sobre la derivada de profesores en formación inicial. En González, M. T., Codes, M., Arnau, D. & Ortega, T. (eds.). *Investigación en Educación Matemática XVIII* (pp. 513-522). Salamanca: SEIEM.
- Rico, L. (2004). Reflexiones sobre la formación inicial del profesor de matemáticas de secundaria. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 8(1), 1.
- Rico, L., Gómez, P., & Cañadas, M. C. (2014). Formación inicial en educación matemática de los maestros de primaria en España, 1991-2010. *Revista de educación*, 363, 35-59.
- Santos, M. A., & Lorenzo, M. (2015). La formación del profesorado de Educación Secundaria: pensando en la reconstrucción del proyecto universitario. *Revista Española de Pedagogía*, 73(261), 479-492.
- Sanz, I., & Martín, R. (2014). El estudio TEDS-M de la IEA en el marco del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE). En González, M. T., Codes, M., Arnau, D., & Ortega, T. (eds.). *Investigación en Educación Matemática XVIII* (pp. 67-81). Salamanca: SEIEM.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Sultan, A., & Artzt, A. F. (2011). *The mathematics that every secondary school math teacher needs to know*. New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Valdés, R., & Bolívar, Bolívar, A. (2014). La experiencia española en formación del profesorado: el máster en educación secundaria. *Ensino Em Re-Vista*, 21(1), 159-173.

- Vásquez, C., & Alsina, A. (2015). Evaluación del conocimiento común del contenido para enseñar probabilidad en profesores de Educación Primaria. En Fernández, C., Molina, M., & Planas, N. (eds.). *Investigación en Educación Matemáticas XIX* (pp. 511-520). Alicante: SEIEM.
- Viñao, A. (2013). Modelos de formación inicial del profesorado de Educación Secundaria en España (siglos XIX-XXI). *Revista Española de Educación Comparada*, 22, 19-37.
- Zimmerman, B. J., & Dibenedetto, M. K. (2008). Mastery learning and assessment: Implications for students and teachers in an era of high-stakes testing. *Psychology in the Schools*, 45(3), 206-216.