

# ¿EXISTE DESCONEXIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA?

## Is there disconnection in the teaching of mathematics and physics in middle-high school?

Monterrubio-Pérez, M. C.<sup>a</sup>, González-Astudillo, M. T.<sup>b</sup>, García-Olivares, A.<sup>c</sup>, Rodríguez-Cornejo, P.<sup>a</sup> y Rodríguez-Barrueco, M. J.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>IES María de Molina de Zamora, <sup>b</sup>Universidad de Salamanca, <sup>c</sup>CEPA San Jorge de Palencia

### Resumen

*Las Matemáticas que se enseñan en Secundaria deberían poder ser utilizadas por los alumnos en la clase de Física, pero la realidad es que los profesores de esta materia vuelven a enseñar esos contenidos con un enfoque diferente. En la primera fase del estudio, se analiza la visión que tienen los alumnos de la Física y las Matemáticas a partir de un cuestionario. En la segunda fase, se les plantea un mismo problema que resuelven los alumnos en clase de Matemáticas y en clase de Física, analizándose las diferencias de resolución en ambos casos.*

**Palabras clave:** didáctica, matemáticas, práctica educativa, física.

### Abstract

*Mathematics taught in Middle-High School should be able to be used by the students in Physics but teachers of this subject re-teach those contents with a different approach. In the first phase of this study, we analyse the vision that students have of Physics and Mathematics from a questionnaire. In the second phase, the same problem is presented to the students to solve in Mathematics class and in Physics class, analysing the differences of resolution in both.*

**Keywords:** didactics, mathematics, educational practice, physics.

### INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Esta comunicación se enmarca dentro del Proyecto de Investigación Educativa “La Modelización matemática y el trabajo cooperativo en el aprendizaje de Matemáticas y Física y Química en Educación Secundaria” (EDUCYL2018\_08) que está financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León a través de la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa. En él se aborda entre otras cuestiones la desconexión entre las Matemáticas y la Física que es algo que reconocen todos los profesores, tanto de una asignatura como de la otra. Este hecho repercute de manera especial en la asignatura de Física ya que, en muchas ocasiones, deben introducir contenidos propios del área de Matemáticas pero que no se han trabajado todavía y que se necesitan en esa asignatura. También es habitual que a los alumnos les cueste reconocer en la asignatura de Física muchos contenidos que, realmente, ya han trabajado desde las Matemáticas. Este hecho ocurre, entre otros motivos, por lo siguiente:

- Existen diferencias en la notación utilizada, hecho que confunde a los alumnos y les lleva a pensar que no hay relación entre los contenidos de ambas materias. Por ejemplo, se observan dificultades en la resolución de ecuaciones relativas a la notación porque, por ejemplo, en Matemáticas se suele denotar por  $x$  a la incógnita y en Física, al usar otras letras para identificar las incógnitas, los alumnos no las identifican y tienen dificultades incluso en el momento de despejarlas.

- Generalmente, en Matemáticas el trabajo se centra solo en magnitudes escalares, de forma que, al tratar el concepto de velocidad, por ejemplo, nunca se mencionan ni la dirección ni el sentido, solo se trabaja con el módulo.
- Mientras que en Matemáticas es habitual el uso de la regla de tres, en Física se intenta evitar utilizarla.
- La representación gráfica de funciones se trabaja poco desde el punto de vista de la interpretación de gráficas en el aula de matemáticas.

Estas observaciones son habituales en las conversaciones de carácter informal entre profesores de ambas áreas. Este hecho nos llevó a plantearnos la posibilidad de realizar una investigación sobre la desconexión existente entre las matemáticas y la física en Educación Secundaria con el objetivo de desarrollar estrategias que permitan mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de ambas materias. De hecho, este trabajo, forma parte de uno más amplio en el que se está tratando de profundizar en esta desconexión y en el desarrollo de nuevas estrategias que permitan un aprendizaje conectado de ambas materias. Concretamente, en esta comunicación, se presenta un estudio de carácter exploratorio con los siguientes objetivos:

- Comparar la utilidad que perciben los alumnos de los contenidos de las asignaturas de Matemáticas y Física.
- Determinar si la forma en la que resuelven determinados ejercicios de enunciado verbal se ve influenciada por la asignatura en la que se encuentran.

## ANTECEDENTES

Uno de los objetivos principales del proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas es que los alumnos consigan una cierta competencia matemática. La adquisición de la competencia matemática se pone de manifiesto cuando son capaces de resolver situaciones en las que precisan utilizar matemáticas.

La Ley Orgánica 8/2013 para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Jefatura del Estado, 2013) considera las competencias como “capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos”.

En el marco del proyecto PISA se evalúa la alfabetización matemática (*Mathematical Literacy*) que hace referencia a “las capacidades de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar eficazmente cuando enuncian, formulan y resuelven problemas matemáticos en una variedad de dominios y situaciones.” (OCDE, citado por Rico y Lupiáñez, 2008, p. 227).

Entre los estándares comunes propuestos por el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 1991) se propone prestar atención, de forma especial, a las Conexiones Matemáticas. El hecho de establecer conexiones entre las matemáticas y otras áreas del currículo ayuda a los alumnos a ver la utilidad de las matemáticas lo que puede ayudar a mejorar la motivación y el interés por parte de los alumnos, aspectos que repercutirán en la mejora del aprendizaje.

El establecimiento de conexiones dentro de las propias Matemáticas constituye un recurso motivador importante y, como señala Ortega (2005): “La motivación puede surgir de muchas formas, pero sin duda la más importante es mostrar las aplicaciones de la matemática a temas de actualidad y que sean de interés para los alumnos” (p.9).

Por otra parte, desde el NCTM (1991) también se señala la importancia de la argumentación, la comunicación de ideas matemáticas. Es habitual escuchar a algún alumno que dice que sabe hacerlo

pero no sabe explicarlo. El hecho de explicarlo ayuda a una comprensión más profunda de lo que están haciendo.

Por otro lado, sería interesante desarrollar un proceso de enseñanza y aprendizaje significativo que permita a los alumnos establecer relaciones entre todo lo que estudian, lo que, evidentemente, les permitiría poder aplicarlo en diferentes situaciones. Para ello, una posibilidad sería el desarrollo de tareas basadas en aspectos propios del constructivismo.

Una de las posibilidades es trabajar la competencia en modelización matemática. De acuerdo con Pérez-Gómez (2015): “Un modelo matemático es una descripción en lenguaje matemático de un objeto que existe en un dominio extramatemático” (p. 11).

La modelización conlleva un proceso de reflexión y razonamiento que va más allá de los procedimientos mecánicos que en muchas ocasiones desarrollan los alumnos en las clases de Matemáticas. Es importante plantear a los alumnos situaciones abiertas, con posibilidad de varias soluciones, donde además contamos con datos que no vamos a necesitar, porque la realidad es así, nos aporta datos que no necesitamos y, generalmente, los alumnos están acostumbrados a incluir en la resolución de los ejercicios todos los datos que aparecen en los enunciados.

## **METODOLOGÍA**

Con el fin de analizar si es cierta esta desconexión entre las asignaturas de Matemáticas y Física y Química que observamos los profesores, hemos realizado las siguientes actuaciones:

Se ha pasado un cuestionario a un grupo de alumnos de 4º de ESO de un centro de educación Secundaria con el fin de analizar la valoración que ellos hacen de la utilidad de ambas asignaturas y de la relación entre ellas. Como ya se ha indicado, se trata únicamente de un estudio exploratorio. Este apartado se aborda dentro de lo que se ha llamado Estudio 1.

Además, hemos planteado un enunciado verbal en dos grupos diferentes de 4º de ESO, en uno en clase de Matemáticas y en el otro en clase de Física, para valorar si la forma de resolver es diferente dependiendo de la clase en la que se encuentran. Esto se trata en lo que se denomina en esta comunicación Estudio 2.

### **Estudio 1**

En el cuestionario se plantean preguntas sobre la utilidad de las Matemáticas para el estudio de la Física, la utilidad de ambas asignaturas para la vida cotidiana y también se les pregunta sobre una serie de contenidos concretos para que indiquen la o las asignaturas en las que los cursan.

En la pregunta 1 se trata de averiguar la utilidad que ven de las matemáticas para resolver situaciones físicas.

Con la segunda y tercera preguntas tratamos de conocer la relación que existe entre la utilidad que perciben y el gusto por una de las materias.

Las preguntas cuarta y quinta se centran en los contenidos matemáticos y su utilidad para la Física, así como la preferencia que manifiestan por alguno de estos contenidos.

Finalmente, se trata de observar si los estudiantes consideran algunos contenidos del currículo (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015) como pertenecientes o no a ambas materias.

A continuación, se presenta el cuestionario:

1. ¿Crees que las Matemáticas son útiles para el estudio de Física?

Sí

No

¿Por qué?

2. ¿Qué asignatura te gusta más?

Matemáticas

Física

3. ¿Qué asignatura crees que es más útil para la vida cotidiana?

Matemáticas

Física

¿Por qué?

4. ¿Qué parte de las Matemáticas te gusta más?

Álgebra (polinomios, ecuaciones y sistemas de ecuaciones)

Geometría

Funciones

Estadística y Probabilidad

5. ¿Qué parte de las Matemáticas crees que está más relacionada con la Física?

Álgebra (polinomios, ecuaciones y sistemas de ecuaciones)

Geometría

Funciones

Estadística y Probabilidad

Pon ejemplos

6. Indica en qué asignatura has estudiado los siguientes contenidos:

CONTENIDOS	MATEMÁTICAS	FÍSICA
Factores de conversión		
Error absoluto y error relativo		
Vectores		
Trigonometría		
Representación gráfica de funciones		
Proporcionalidad		
Regla de tres		

## Estudio 2

Una vez que los estudiantes han respondido al cuestionario, se les plantearon una serie de problemas en clase de Física y de Matemáticas. Como ejemplo, se presenta la resolución de uno de ellos que suele ser habitual en las clases de ambas materias. Se trata de un ejercicio de móviles que se encuentran. En otras ocasiones se han abordado también problemas de este tipo en relación con la resolución que hacen alumnos con talento (Gutiérrez y Jaime, 2013) o futuros docentes (Socas, Hernández y Palarea, 2014). Se plantea el siguiente enunciado verbal:

Villarriba y Villabajo están separadas 20 km. Marta, que vive en Villarriba, llama a Ignacio, que vive en Villabajo, y deciden coger sus bicis para encontrarse en el camino entre los dos pueblos. Marta sale a las once en punto y pedalea a 10 m/s. Ignacio sale a las once y diez y su bici solo le permite ir a 8 m/s. Calcula dónde se encuentran y a qué hora.

El planteamiento se lleva a cabo en dos grupos de alumnos de 4º de ESO que cursan Matemáticas orientadas a las enseñanzas académicas y Física y Química. El ejercicio lo resuelven 14 alumnos en clase de Física y 21 alumnos en clase de matemáticas.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO 1

En el primer ítem del cuestionario se les pregunta si creen que las Matemáticas son útiles para el estudio de la Física y solo un alumno, de los 35 que responden al cuestionario, responde que no.

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos para los ítems 2 y 3. En el ítem 2 se les pregunta por la asignatura que más les gusta mientras que en el ítem 3 se les pide que indiquen la asignatura que consideran más útil para la vida cotidiana. En ambos ítems, un alumno elige las dos asignaturas.

Tabla 1. Resultados de los ítems 2 y 3

		Matemáticas	Física
Ítem 2	N	29	7
	%	83%	20%
Ítem 3	N	31	5
	%	82%	14%

Los resultados ponen de manifiesto que, mayoritariamente, prefieren las matemáticas y, además, las consideran más útiles para la vida cotidiana. En el ítem 3 se les pidió que indicaran los motivos y el análisis de los argumentos permite observar que se fijan, fundamentalmente, en los contenidos de matemáticas propios de la Aritmética y señalan que en Matemáticas se trabajan contenidos más generales y que las operaciones como sumar, restar, multiplicar, dividir y calcular porcentajes le resultan útiles para las facturas, para ir de compras, en particular, en la época de rebajas. Resulta muy llamativo que los contenidos de Matemáticas a los que hacen referencia en realidad son contenidos que ya conocen desde la Educación Primaria. Sin embargo, consideran que en Física se trabajan contenidos muy específicos que solo les van a ser de utilidad para aquellos alumnos que decidan estudiar Física en un futuro.

Tabla 2. Resultados de los ítems 4 y 5

		Álgebra	Geometría	Funciones	Estadística y Probabilidad
Ítem 4	N	22	3	2	8
	%	63 %	9 %	6 %	22 %
Ítem 5	N	21	5	13	1
	%	60 %	14 %	37%	3 %

En el ítem 4 se les pide que señalen la parte de las matemáticas que más les gusta y en el ítem 5 deben elegir la parte de las Matemáticas que consideran que está más relacionada con la Física.

Mayoritariamente eligen Álgebra como la parte que más les gusta y que más relacionada está con la Física. El argumento para justificar dicha relación es el hecho de que consideran que todas las fórmulas son ecuaciones.

En segundo lugar, la parte más relacionada con la Física piensan que es el bloque de funciones dado que estudian las gráficas de distintos movimientos.

Tabla 3. Asignatura en la que estudian determinados contenidos

		Factores de conversión	Error absoluto y relativo	Vectores	Trigonometría	Representación gráfica de funciones	Proporcionalidad	Regla de tres
Matemáticas	N	14	35	19	35	29	34	33
	%	40 %	100 %	54 %	100 %	83 %	97 %	94 %
Física	N	30	3	31	15	22	7	26
	%	86 %	9 %	89 %	43 %	63 %	20 %	74 %

En la Tabla 3 deben señalar en qué asignatura estudian una serie de contenidos concretos. Este apartado aporta unos resultados muy interesantes en relación con los resultados esperados.

Mientras que en el apartado sobre *Error absoluto y error relativo* todos los alumnos señalan que lo estudian en Matemáticas, solo 3 alumnos lo indican como contenido de Física, probablemente porque dichos alumnos cursan una asignatura optativa denominada Laboratorio de Física en la que sí se estudia este contenido, mientras que no forma parte del currículo de la asignatura de Física.

En trigonometría, los 35 alumnos que forman la muestra señalan que estudian este contenido en Matemáticas mientras que solo 15 consideran que lo estudian en Física, cuando es un contenido que deberían estar acostumbrados a utilizar al trabajar con planos inclinados, por ejemplo.

La representación gráfica de funciones es un contenido que trabajan en ambas áreas, con porcentajes relativamente similares.

Llama poderosamente la atención lo relativo a los vectores. Se trata de un contenido que han estudiado en 3º de ESO, en particular en el apartado de Movimientos en el plano para el estudio de las traslaciones. Además, lo estudian de nuevo en 4º de ESO pero para desarrollar la Geometría Analítica, de forma que se pone de manifiesto, claramente, que no consideran que se trate del mismo contenido, puesto que en Matemáticas no se presta atención a los vectores en el estudio de las magnitudes.

Y, finalmente, prestamos atención a los contenidos de Factores de conversión, Proporcionalidad y Regla de tres. Mientras que el equipo investigador había previsto que ningún alumno o casi ninguno señalaría la regla de tres como contenido propio de la Física, dado que las profesoras hacen hincapié en evitar su uso y trabajar aplicando factores de conversión, el resultado muestra que 26 alumnos señalan la regla de tres como contenido de Física y 30 señalan los factores de conversión, de modo que son valores muy similares. Destaca el hecho de que no consideran la proporcionalidad presente en Física, solo la eligen 7 alumnos, mientras que 34 consideran que se estudia en Matemáticas.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO 2

En el estudio llevado a cabo sobre el enunciado verbal planteado se observa lo siguiente:

Se obtienen mejores resultados en la asignatura de Física que en la asignatura de Matemáticas, lo que, de entrada, ya resulta curioso porque en Física prácticamente todos los alumnos lo resuelven, aunque encuentren alguna dificultad, pero en Matemáticas son pocos los alumnos que lo resuelven, a pesar de que el procedimiento para resolverlo es puramente matemático.

El método de resolución cambia completamente, tal como esperábamos.

Mientras que, en Física, toman el sistema de referencia, igualan la posición final de ambos:  $x_m = x_i$ , y desarrollan considerando que la velocidad de Marta es de 10 m/s mientras que la de Ignacio es de -8 m/s; en Matemáticas, se considera el espacio recorrido por cada uno, con sus velocidades de 8 m/s y 10 m/s respectivamente, y la suma de los espacios recorridos dará como resultado el espacio total que deben recorrer (20 km).

Es decir, mientras que en Física consideran la velocidad como magnitud vectorial y tienen en cuenta el sentido, lo que aporta el signo negativo a la velocidad, en Matemáticas se considera únicamente el módulo de la velocidad. Este hecho hace que un alumno de la clase de matemáticas realice el planteamiento erróneo que se presenta en la Figura 1.

Handwritten equations showing a student's solution for position  $x$  as a function of time  $t$ . The first equation is  $x = 6000 + 10 \text{ m/s} \cdot t$ . Below it, the word "segundo" is crossed out. The second equation is  $x = 20000 + 8 \text{ m/s} \cdot t$ .

Figura 1. Resolución de un alumno en clase de Matemáticas

Otro aspecto interesante es el relativo al uso de las unidades. Mientras que en Matemáticas no aparecen las unidades en ningún momento en cuanto plantean la ecuación, en Física sí que las incluyen. Este hecho es interesante porque muchos errores en la resolución en clase de Matemáticas se deben a que las unidades no concuerdan, cuestión de la que se habrían dado cuenta si hubieran escrito las unidades al menos en el primer planteamiento, como se muestra en la Figura 2, correspondiente a una resolución en clase de Matemáticas.

Handwritten equations showing a student's solution for position  $x$  as a function of time  $t$ . The first equation is  $x = x_0 + v \cdot t \rightarrow x_A = 0 + 10 \cdot t_A$ . The second equation is  $x_B = 20 \text{ km} - 8 \cdot (t_A - 600)$ . The unit "km" is written above the "20" and circled in red.

Figura 2. Resolución de un alumno en clase de Matemáticas

Sin embargo, en clase de Física, al hacer el planteamiento de forma más detallada, incluyendo las unidades al menos en el planteamiento, aunque después, en la resolución ya no las utilicen para evitar confusiones, pueden comprobar de forma sencilla que las unidades concuerdan y ya prescindir de ellas.

Handwritten solution for a physics problem. At the top, a diagram shows two points: "Marta" at "0 km" and "Francisco" at "20 km". A horizontal line connects them, with "20 km" written above it. An arrow points from Marta to Francisco with  $v = 10 \text{ m/s}$  and "sale a las 11". Another arrow points from Francisco to Marta with  $v = -8 \text{ m/s}$  and "(t - 600) sale a las 11:30". Below the diagram, the equations are:  $x_p = x_{01} + v_{01} t \rightarrow x_p = 10 \text{ m/s} \cdot t$ ,  $x_q = x_{02} + v_{02} t \rightarrow x_q = 20000 \text{ m} - 8 \text{ m/s} \cdot (t - 600)$ , and  $10 t = 20000 - 8 t + 4800$ .

Figura 3. Resolución de un alumno en clase de Física

Este mismo enunciado se planteó a un grupo de alumnos de la especialidad de Matemáticas del Máster de Profesorado de Educación Secundaria y, curiosamente, los resultados obtenidos son similares. Los graduados en Matemáticas resuelven de la misma forma que los alumnos de secundaria en clase de Matemáticas, mientras que los graduados en Física resuelven como los alumnos de Educación secundaria en clase de Física. Esta situación ocurre tanto en lo relativo al uso

de la velocidad como magnitud vectorial o escalar y en lo que respecta al uso de las unidades en el planteamiento matemático del enunciado. En la Figura 4 se presenta la resolución de un alumno del Máster de Profesorado de Educación Secundaria, graduado en Física.

Podemos considerar por hacerlo + sencillo que:  $x_0 = 10 \text{ m/s} \cdot 600 \text{ s} = 6000 \text{ m}$

2 veces

$$\begin{cases} x_B = x_{0B} + v_1 \cdot t = 6000 \text{ m} + 10 \text{ m/s} \cdot t \\ x_{A1} = x_{0A1} + v_2 \cdot t = 20000 \text{ m} - 8 \text{ m/s} \cdot t \end{cases}$$

El punto en el que coinciden será igual en que  $x_B = x_{A1}$

$$6000 \text{ m} + 10 \text{ m/s} \cdot t = 20000 \text{ m} - 8 \text{ m/s} \cdot t$$
$$\Rightarrow 18 \text{ m/s} \cdot t = 14000 \text{ m} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow t = 777,7 \text{ s} = 12,96 \text{ min} \approx 13 \text{ min}$$

luego se encontrarán a las 11:23

El punto:  $x = 6000 \text{ m} + 10 \text{ m/s} \cdot 777,7 \text{ s} = 13777 \text{ m}$  de casa de B

Figura 4. Resolución de un alumno del Máster de profesorado

## CONCLUSIONES

El análisis de los resultados realizado en los apartados anteriores nos lleva a hacer varias reflexiones.

Resulta curioso que prácticamente todos los alumnos consideran que las matemáticas son útiles para el estudio de la Física y, sin embargo, no son capaces de darse cuenta de que muchos contenidos coinciden en ambas asignaturas.

Mientras que en Física los alumnos están acostumbrados a explicar la resolución que realizan, en Matemáticas no se suele trabajar la argumentación, aspecto fundamental en el proceso de aprendizaje.

Consideramos que trabajar de forma natural utilizando en las clases de Matemáticas modelos propios de la asignatura de Física puede llevar a una mejor comprensión de las dos asignaturas y, por tanto, repercutirá en la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de los alumnos.

Este hecho nos lleva a tratar de continuar con esta línea de investigación de forma que podamos hacer propuestas razonadas sobre los currículos de las dos asignaturas. En particular, parece interesante dedicar menos tiempo al bloque de contenidos propio de la aritmética, al que se dedica mucho tiempo que podría dedicarse de una forma distribuida, como bloque transversal mientras se están desarrollando el resto de los bloques. Este hecho, permitiría que los contenidos propios de las matemáticas, como por ejemplo la trigonometría, pudiera desarrollarse en las clases de Matemáticas y, cuando en Física, precisen utilizarlos, que no se vea el profesorado de Física con la necesidad de impartir dichos contenidos, a los que evidentemente no pueden dedicarle el tiempo que precisan los alumnos, lo que lleva a trabajar de forma mecánica sin poder desarrollar bien los conceptos. Todo ello precisa de una coordinación entre el profesorado de ambas materias. Además, consideramos que resulta especialmente útil trabajar en las aulas la competencia en modelización matemática que permita a los alumnos aplicar las matemáticas en la resolución de problemas que puedan plantearse en diferentes contextos y situaciones.



¿Existe desconexión en la enseñanza de las matemáticas y la física en Educación Secundaria?

Estas cuestiones deberían tenerse en cuenta en la formación de profesores ya que, los futuros docentes deben ser conscientes de las diferencias existentes al abordar la resolución de este tipo de ejercicios desde dos perspectivas diferentes.

### **Agradecimiento**

Trabajo parcialmente financiado por la Consejería de Educación como apoyo a los GIR de las universidades públicas de Castilla y León a iniciar en 2019 bajo el proyecto SA050G19.

### **Referencias**

- Gutiérrez, A. y Jaime, A. (2013). Exploración de los estilos de razonamiento de estudiantes con altas capacidades matemáticas. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 319-326). Bilbao: SEIEM.
- Jefatura del Estado (2013). *Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre para la mejora de la calidad educativa. BOE de 10 de diciembre de 2013*. Madrid: Autor.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Madrid: Autor.
- NCTM (1991). *Estándares curriculares y de evaluación para la educación matemática*. Sevilla: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.
- Ortega, T. (2005). *Conexiones matemáticas*. Barcelona: Graó.
- Pérez-Gómez, R. (2015). Resolución de problemas y modelización matemática para la clase. *UNO*, 69, 7-21.
- Rico, L. y Lupiáñez, J. L. (2008). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Madrid: Alianza.
- Socas, M. M., Hernández, J. y Palarea, M. M. (2014). Dificultades en la resolución de problemas de Matemáticas de estudiantes para profesor de Educación Primaria y Secundaria. En J. L. González, J. A. Fernández-Plaza, E. Castro-Rodríguez, M. T. Sánchez-Compañía, C. Fernández, J. L. Lupiáñez y L. Puig (Eds.), *Investigaciones en Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de las Matemáticas y Educación Matemática - 2014* (pp. 145-154). Málaga: Departamento de Didáctica de la Matemática, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales y SEIEM.