

Proyecto Newton. “Matemáticas para la Vida”

Una vía para el aprendizaje significativo de las matemáticas.



Iniciativa del Consejo Escolar de Canarias y de la Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas “Isaac Newton” con el profesorado de Educación Infantil y Primaria.

Índice

1. Introducción.....	2
2. Estrategias y Actuaciones.....	4
3. Resultados.....	5
4. Conclusiones.....	8
Referencias.....	9

1. Introducción

El Informe de la Realidad Educativa de Canarias (CONSEJO ESCOLAR DE CANARIAS; 2011) analiza, entre otros aspectos, los resultados en competencias básicas obtenidos por el alumnado canario en la Evaluación General de Diagnóstico 2009. Centrando la atención en la competencia matemática del alumnado perteneciente a Educación Primaria, se observa que el promedio de España equivale a 500 puntos, mientras que Canarias presenta una puntuación global correspondiente a 463 puntos, 37 por debajo de la media del Estado. Además, los resultados muestran que el mayor porcentaje de alumnado de Canarias se agrupa en los niveles de rendimiento más bajos (nivel menor o igual a 1) con un 26 % y en el nivel intermedio bajo (nivel 2) con un 38%. Hay un porcentaje de alumnado muy escaso que domina las habilidades y destrezas matemáticas con notable eficacia (3%). Asimismo, estos datos revelan que el alumnado de Educación Primaria presenta mayores problemas en las tareas relacionadas con los procesos de conexión y de reflexión, resultando más sencillo reproducir ejercicios ya practicados. Se destaca la dificultad para resolver problemas que emergen en diferentes situaciones de vida y sus contextos.

El Programa para la Evaluación Internacional del Alumnado (PISA, por sus siglas en inglés) define la competencia matemática como la capacidad de un individuo de identificar y entender el papel que desempeñan las matemáticas en el mundo, emitir juicios bien fundamentados, utilizar las matemáticas y comprometerse con ellas, y satisfacer las necesidades de la vida personal como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo (PISA; 2003). Más concretamente, la operacionaliza como la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas, así como potenciar el razonamiento matemático en la solución de problemas de la vida cotidiana, lo cual exige una serie de competencias diferentes que pueden agruparse en tres categorías: reproducción, conexión y reflexión. Es decir, los alumnos tienen primero que transformar los problemas en formas matemáticas, luego realizar operaciones matemáticas, volver a trasladar el resultado al problema original y comunicar la solución.

En cuanto a las líneas de investigación de esta competencia, diversos estudios defienden la importancia de intervenir, con carácter preventivo, en los primeros años escolares. Planteando un paradigma centrado en el aprendiz que aporta modalidades o metodologías instructivas activas y basadas en la reflexión explícita y transferencia del control del aprendizaje (MONTAGUE, 2007; MORENO Y ORTIZ, 2008). Ello favorecerá una mayor implicación, autorregulación y responsabilidad del alumnado en sus aprendizajes, así como, la transferencia de los mismos (BERBEY-MEYER Y KAPLAN, 2005; FUCHS, 2006; FUCHS, FUCHS, PRENTICE, BURCH, HAM, OWEN Y SCHROETER, 2003). Así pues, el aprendizaje apoyado con materiales didácticos adecuados y coherentes, elaborados desde planteamientos para el desarrollo de estrategias de aprendizaje, genera más calidad en la ejecución de las tareas de resolución de problemas que las metodologías tradicionales. Además, favorecen el desarrollo de los procesos cognitivos y metacognitivos, adecuados y eficaces al resolver problemas académicos nuevos, en contextos diversos y de diferente complejidad (SALMERÓN, GUTIÉRREZ-BRAOJOS Y SALMERÓN, 2009).

Asimismo, otros autores proponen el desarrollo de la competencia matemática mediante la resolución de problemas. Dicha tarea implica la necesidad de que el alumnado realice una representación mental relacionada con eventos o situaciones (modelo situacional) y una representación de la estructura matemática que subyace a la situación descrita (modelo matemático) (VERSCHAFFEL, GREER Y DE CORTE, 2000). No obstante, los alumnos pueden llegar a resolver el problema de una manera superficial, donde no exista un modelo situacional y el modelo matemático no se basa en el razonamiento matemático. En ese caso, el proceso de resolución se realiza de forma automática, mediante la interpretación de los datos del problema y la selección del algoritmo basándose en la estrategia de la palabra clave (HEGARTY, MAYER Y MONK, 1995; NESHER Y TEUBAL, 1975; VERSCHAFFEL, DE CORTE Y PAUWELS, 1992). En esta estrategia, el algoritmo a emplear se selecciona mediante el uso de ciertas palabras del problema como una sugerencia (por ejemplo, "más" para sumar, "perder" para restar). Una vez que la operación ha sido seleccionada y el algoritmo se ha realizado, el resultado se comunica inmediatamente como la respuesta. Por tanto, no se remiten a la situación del problema original para comprobar que se trata de una respuesta significativa a la pregunta original, o para comprobar su razonabilidad. Según un estudio de ROSALES, VICENTE, CHAMOSO, MUÑEZ Y ORRANTIA (2012) los profesores inducen, mediante su metodología, el uso de la representación de la estructura matemática, no haciendo hincapié en la utilización del modelo situacional. En definitiva, resulta necesario remarcar la importancia de poner más énfasis en la representación mental de las situaciones cuando se trabaja la resolución de problemas con los alumnos.

A tenor de los resultados y de los estudios, comentados anteriormente, sobre la competencia matemática, surge una iniciativa de la Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas "Isaac Newton" y del Consejo Escolar de Canarias que, con la colaboración de la Consejería de Educación, se propone dar respuesta a estas necesidades mediante el diseño, desarrollo e implementación de un proyecto para la mejora de la enseñanza de las matemáticas que se denominó "Proyecto Newton. Matemáticas para la vida", cuyo objetivo es generar un cambio real, efectivo y generalizable en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, trabajando los procesos competenciales de razonamiento, conexión y reflexión en la resolución de problemas. Asimismo, se favorecerá la traducción de lo aprendido en nuevos modelos de enseñanza activa con el alumnado y, a su vez, se promoverá que el profesorado formado actúe como formadores de otros, creando una red de intercambio e innovación entre docentes.

Como objetivos más concretos se pretende:

- Formar al profesorado en el desarrollo de metodologías para la resolución de problemas matemáticos enmarcados en tareas significativas y contextualizadas.
- Desarrollar en la docencia metodologías manipulativas, prácticas y divertidas con el alumnado para la resolución de problemas.
- Utilizar materiales manipulativos propios del uso de las matemáticas activas para la resolución de problemas.
- Desarrollar en todo el alumnado las capacidades de comprensión, reflexión, razonamiento lógico y cálculo mental en la resolución de problemas.

- Capacitar al alumnado de estrategias para representar gráficamente los procesos utilizados en la resolución de problemas.
- Unificar la metodología para el desarrollo de la competencia matemática en los centros de los distintos distritos mediante una coordinación activa por parte de la comisión técnica constituida al efecto.
- Utilizar correctamente el vocabulario propio de las matemáticas en las situaciones de aprendizaje para el desarrollo de la competencia matemática.
- Trabajar con los padres y madres para implicarlos en el apoyo de actividades matemáticas relacionadas con los contextos de vida.

2. Estrategias y Actuaciones

La finalidad de este proyecto ha sido implementar acciones formativas, durante el curso académico 2012-2013, centradas en la resolución de problemas, puesto que constituye uno de los ejes principales de la actividad matemática. Básicamente, consistía en 2 reuniones mensuales, desarrolladas en sesión de tarde de unas 3 horas de duración.

En las sesiones formativas, se planteaba la tarea a realizar en el aula ese mes y se proporcionaban los recursos didácticos necesarios para ponerla en práctica. Una singularidad del Proyecto consistía en la ejemplificación de la metodología aplicada al aula, unas veces a cargo del formador y acompañante y, otras, entre el profesorado participante, inicialmente en formación, que se convertía, a su vez en acompañante y formador. Tanto las sesiones formativas como las actividades prácticas desarrolladas en el aula, se apoyaban con un portal web, donde se comentaban las dudas y se ofertaban nuevos problemas y actividades para reforzar y evaluar el trabajo en el aula. Asimismo, se creó un blog del proyecto para trabajar con las familias, con el objetivo de que apoyaran a sus hijos en el aprendizaje matemático.

Las sesiones formativas se impartieron en dos grupos de trabajo. Por un lado, a los docentes de Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria se les mostró y motivó a trabajar con una metodología centrada en el desarrollo lógico-manipulativo mediante el uso de las Regletas de Cuisenaire (MARTÍN-ADRIÁN, 1999). Con el uso de esta metodología se pretende que el alumnado aprenda la descomposición de los números e iniciarlo en las actividades de cálculo. La explotación didáctica de recursos como las regletas (juego de piezas de diez tamaños, de 1 a 10 cm., y diferentes colores) hace que su aprendizaje se convierta en algo tangible y manipulativo, clave en estas primeras etapas de aprendizaje. Además, se propicia la representación y el cálculo mental en el alumnado. Esta metodología educativa hace especial énfasis en favorecer la autonomía del alumno, permitiendo la confrontación de los puntos de vista que estos tienen respecto a un dilema cognitivo, ya que se les animaba a dar sus propias opiniones y a buscar y decidir diversas respuestas, llegando de esta manera a la solución correcta (KAMII, 1994, 2012; KAMII Y RUSSELL, 2010, 2012). Con estas actividades se potencia la capacidad de razonamiento del alumnado y su enriquecimiento cognitivo.

Por otro lado, con los docentes de Segundo y Tercer Ciclo de Primaria se trabajó el desarrollo de los procesos implicados en la resolución de problemas: comprender (leer comprensivamente), pensar (debatir en grupo de iguales, seleccionar estrategias),

ejecutar (establecer un plan de trabajo, revisarlo y modificarlo si es necesario) y responder (utilizar mecanismos de autocorrección) (POLYA, 1987).

La fase de Comprender se basa en la búsqueda de los datos, su enumeración, análisis y clasificación, así como la determinación del objetivo y la conexión entre ambos (relación), que permite determinar su coherencia y eliminar así los datos no necesarios o buscar los que no están explícitos.

En la fase de Pensar se desarrolla la representación (diagrama de árbol, de doble entrada, de partes/todo, tabla de verdad, diagrama lineal, etc.) y el análisis de lo obtenido en la fase anterior, investigando las situaciones implicadas para mejorar el conocimiento de todos esos elementos y poder decidir qué estrategia es más conveniente.

En la fase de Ejecutar se transforma el diagrama ya utilizado para representar matemáticamente la situación. El uso del lenguaje matemático a utilizar (lógica, números, álgebra, etc.) dependerá de la estructura de la información inicial y su relación con la estrategia seleccionada.

Finalmente, en la fase de Responder se vuelve a conectar con el contexto para verificar la corrección de la respuesta encontrada y la coherencia con el objetivo a alcanzar, así como un posible desarrollo posterior que profundice en la situación inicialmente planteada (RUPÉREZ Y GARCÍA-DÉNIZ, 2006, 2012a, 2012b).

Los desafíos matemáticos planteados a los alumnos estaban relacionados con temas de su interés, con el fin de captar su atención y motivarlos. La dinámica de trabajo en el aula consistía en presentar un problema para resolver en grupo de cuatro alumnos, para luego debatir con los compañeros los resultados obtenidos, aportando fundamentación, descubriendo las relaciones e ideas por sí mismos, tomando decisiones y elaborando la respuesta final. Esta metodología favorece un escenario de aprendizaje cooperativo, en el cual el profesorado actúa de observador e interviene en situaciones claves para motivar y orientar las respuestas con el objetivo de potenciar la autonomía del alumnado.

3. Resultados

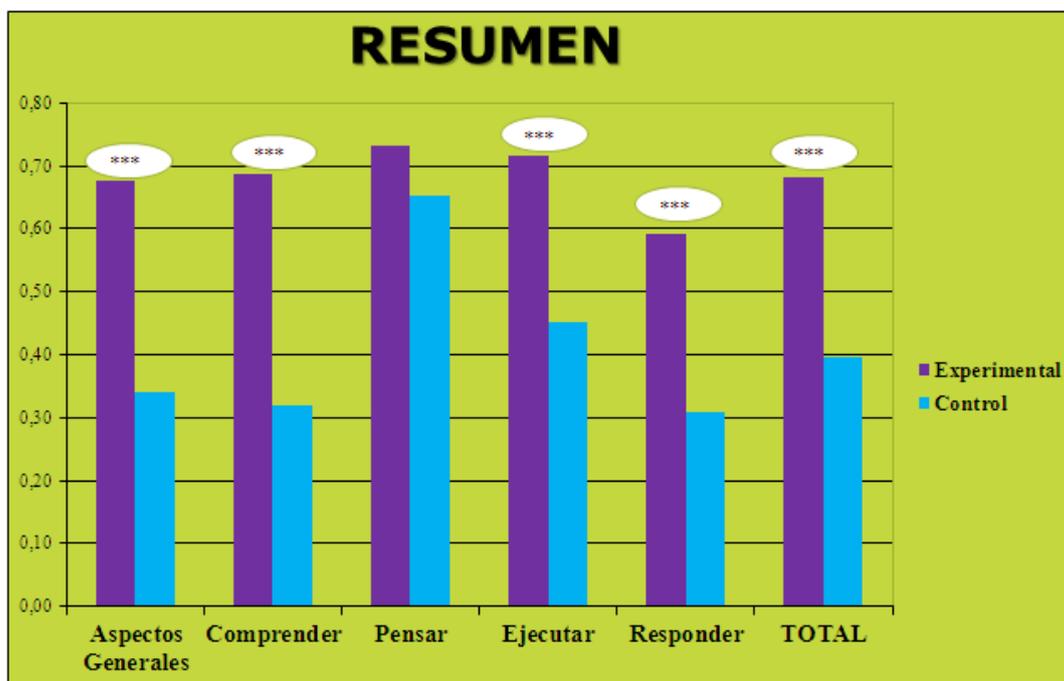
Por una parte, se han analizado las valoraciones del profesorado sobre la actividad formativa recibida y el grado de transferencia a su docencia diaria. Concretamente se han recogido las valoraciones de 27 docentes, cuyos resultados muestran que estos consideran la acción formativa como interesante y de aprovechamiento, dado que el 96% puntúan alto-muy alto el interés y el 93% puntúa alto-muy alto el aprovechamiento. Asimismo, resaltan como fortalezas principales la aplicabilidad de la metodología en el aula (48%), el cambio o innovación que esta supone (34%) y el compartir experiencias entre los docentes (30%). Respecto a las debilidades de la formación coinciden en no contar con material suficiente para llevar a cabo dichas actividades en su grupo de clase (38%), la necesidad de complementar dichos recursos con otros contenidos del currículo (34%) y de adaptar ciertas actividades a las características del aula (26%). Por tanto, como propuestas de mejora matizan la necesidad de transferir esta metodología a otros contenidos del currículo (66%) y dotar

a las aulas del material adecuado (22%). Como experiencia de haber llevado al aula lo aprendido, se patentizan algunas aportaciones realizadas por el profesorado participante, concretamente se ha seleccionado una experiencia por cada nivel educativo (infantil, primer y segundo ciclo):

- Con la actividad “El Calendario” hemos introducido el desarrollo de la competencia matemática, con el apoyo de las regletas (Infantil).
- Aplicación de las regletas para realizar la operatoria propia del nivel de sumas y restas, reforzando la fase manipulativa del alumnado (1º Primaria).
- Tras horas desarrollando el proceso de un problema, algún alumno nos ha sorprendido con un diagrama diferente o, sencillamente, obteniendo la respuesta mentalmente (3º Primaria).
- La expectación, la participación y el clima de acogida del alumnado cuando abordamos la tarea de resolución de problemas (4º Primaria).

Por otra, se han evaluado los procesos implicados en la resolución de problemas en el alumnado de Segundo y Tercer Ciclo de Primaria. Estos alumnos se dividían en dos grupos: un grupo cuyo profesorado ha participado en la acción formativa (grupo experimental) y otro grupo cuyos docentes no participaron en la acción formativa (grupo control). Los resultados obtenidos revelan mejoras significativas en el grupo experimental en cuanto al dominio de la competencia y consolidación en los procesos implicados en la metodología de resolución aplicada, concretamente las medias más destacadas, entre dominio (=1) y no dominio (=0), corresponden a los procesos de comprender (0.79), ejecutar (0.72) y responder (0.78). Aunque, existen procesos más complejos como expresar por escrito las justificaciones de sus decisiones o hacer un análisis de la solución con respecto al contexto, que merecen una mayor atención, dada la importancia de saber expresar la respuesta planteada y su justificación, así como remitir la solución a la situación original, comprobando que se trata de una respuesta razonable y coherente al problema. En definitiva, a pesar de la dificultad que supone el cambio metodológico y la adquisición de una serie de competencias en menos de un año, el alumnado ha desarrollado la capacidad de leer el problema comprendiéndolo; debatir en un grupo de iguales sobre los datos, los objetivos, la relación, la operativa y el resultado; establecer un plan de trabajo, revisarlo y modificarlo si fuese necesario; y establecer mecanismos de autocorrección analizando la solución respecto al contexto (véase Gráfica 1).

Gráfica 1. Evaluación de los Procesos implicados en la Resolución Problemas
Procesos implicados en la Resolución de Problemas



(*) Diferencia estadísticamente: significativa ($n.s < .05$) **; muy significativa ($n.s < .001$) ***

Por último, se analizó la posible incidencia sobre el rendimiento académico del alumnado. Los resultados hallados constatan que existen diferencias significativas a favor del grupo experimental en el área de matemáticas, mientras que en el área de lengua no existen diferencias significativas. En concreto, la media en matemáticas en el grupo experimental ha evolucionado de 2.47 a 2.57 puntos, evaluado en una escala de 0 a 4 (0 insuficiente, 1 suficiente, 2 bien, 3 notable y 4 sobresaliente), es decir, la mayoría de este alumnado han obtenido calificaciones comprendidas entre bien y notable, produciéndose un mayor acercamiento al notable después de la intervención. Sin embargo, el rendimiento del grupo control, cuando lo comparamos con el grupo experimental, empeora. En consecuencia, estos resultados de mejora en las calificaciones académicas en el grupo de experimental rompen la tendencia general a bajar el rendimiento, efecto natural producido por el aumento en el nivel de dificultad al avanzar de curso (véase Tabla 1).

Tabla 1. Evaluación del rendimiento académico

MATEMÁTICAS	Media junio 2012	Media junio 2013	Diferencia estadísticamente significativa
Experimental	2.47	2.52	SI
Control	2.80	2.43	
LENGUA	Media junio 2012	Media junio 2013	Diferencia estadísticamente significativa
Experimental	2.66	2.49	NO
Control	2.70	2.40	

4. Conclusiones

Los resultados confirman la bondad de la acción formativa implementada en el “Proyecto Newton. Matemáticas para la Vida”, mostrando una valoración positiva sobre el interés y la utilidad que ésta ha despertado en el profesorado formado, el cual mayoritariamente considera alto y muy alto el grado de interés y aprovechamiento de la formación.

Asimismo, se constata mejoras estadísticamente significativas en su alumnado en la consolidación de los procesos de resolución de problemas. Si bien, procesos más complejos como “expresa por escrito las justificaciones de sus decisiones”, “define bien la relación” o “hace un análisis de la solución con respecto al contexto” merecen, aún, una mayor atención.

También se confirma que dicho alumnado logra una mejora significativa en el rendimiento en matemáticas, rompiendo con la tendencia general a bajar el rendimiento a medida que aumenta en el nivel de dificultad al avanzar de curso.

El profesorado, el alumnado, los padres y madres que han participado con entusiasmo en este proyecto, apuestan ilusionados por su continuidad e implementación. El reto está en seguir avanzando, divulgarlo y extenderlo al resto de los centros educativos y para ello es imprescindible el compromiso de la Administración Educativa y la colaboración de las Comunidades Educativas.

Este modelo de acción formativa en el que se **enseña, se acompaña, se aprende y se comparte**, favorece el aprendizaje significativo y mejora el rendimiento en matemáticas, específicamente las competencias básicas implicadas en la resolución de problemas. Este cambio metodológico favorece, por un lado, la construcción del conocimiento por parte del alumnado, haciéndolo autor de su aprendizaje y, por otro,

potencia el trabajo colaborativo entre el profesorado, enriqueciendo sus experiencias didácticas y mejorando el clima docente.

En síntesis, en esta experiencia se diseñan y aplican nuevas vías de formación en centros, en los que *se enseña, se acompaña, se aprende y se comparte*, lo que favorece el aprendizaje significativo (innovación), *se constatan empíricamente mejoras significativas en el dominio de la competencia matemática* (efectiva), *se trabaja con los recursos disponibles*, multiplicando el potencial de aprendizaje que genera el trabajo colaborativo entre el profesorado, el alumnado y las familias (sostenible) y, por último, *se está extendiendo y sirviendo como modelo* a seguir en otros centros y contextos educativos (replicable).

Referencias

- Berbey-Meyer, Y. & Kaplan, A. (2005): "Motivational influences on transfer of problem-solving strategies". *Contemporary Educational Psychology*, 30, 1-22.
- Consejo Escolar de Canarias (2011): *Informe 2011. La Realidad Educativa de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Consejo Escolar de Canarias.
- Fuchs, L. S. (2006): "Strategies to enhance young children's mathematical development". Tremblay RE, Barr RG, Peters RDeV, eds. *Encyclopedia on Early Childhood Development* [online]. Montreal, Quebec: Centre of Excellence for Early Childhood Development. Recuperado de <http://www.child-encyclopedia.com/documents/FuchsANGxp.pdf>. Accessed (2009).
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Prentice, K., Burch, M., Ham, C. L., Owen, R., & Schroeter, K. (2003): "Enhancing third-grade students mathematical problem solving with self-regulated learning strategies". *Journal of Educational Psychology*, 95(2), 306-315.
- Hegarty, M., Mayer, R.E., & Monk, C.A. (1995): "Comprehension of arithmetic word problems: a comparison of successful and unsuccessful problem solvers". *Journal of Educational Psychology*, 87 (1), 18-32.
- Kamii, C. (1994): *El niño reinventa la aritmética: implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid: A. Machado Libros S.A.
- Kamii, C. (2012): El joc en el currículum. *Infància: educar de 0 a 6 anys*, 185, 7-11.
- Kamii, C., & Russell, K. A. (2010): "The Older of Two Trees: Young Children's Development of Operational Time". *Journal for research in mathematics education*, 41, 6-13.
- Kamii, C., & Russell, K. A. (2012): "Elapsed time: why is it so difficult to teach?" *Elapsed time: why is it so difficult to teach?* 43, 296-315.
- Martín-Adrián, A. (1999): "Las regletas de Cuisenaire. Actividades sobre longitud, área, perímetro y volumen". *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 37, 19-28.
- Montague, M. (2007): "Self-Regulation and Mathematics Instruction". *Learning Disabilities Research & Practice*, 22, 75-83.

- Moreno, I. & Ortiz, J. (2008): “Docentes de educación básica y sus concepciones acerca de la evaluación en matemática”. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 1 (1), 140-164.
- Nesher, P., & Teubal, E. (1975): “Verbal cues as an interfering factor in verbal problem solving”. *Educational Studies in Mathematics*, 6, 41–51.
- PISA 2003, Programa para la evaluación internacional de los alumnos. OCDE. <http://www.oecd.org/pisa/>.
- PISA 2009, Programa para la evaluación internacional de los alumnos. OCDE. <http://www.oecd.org/pisa/>.
- Polya, G. (1987): *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Rosales, J., Vicente, C., Chamoso, J. M., Muñoz, D., & Orrantía J. (2012): “Teacher–student interaction in joint word problem solving. The role of situational and mathematical knowledge in mainstream classrooms”. *Teaching and Teacher Education*, 28, 1185-1195.
- Salmerón, H., Gutiérrez-Braojos, C., & Salmerón, P. (2009): “Desarrollo de la competencia matemática a través de programas para Aprender a Aprender en la Infancia Temprana”. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 2 (2), 141-168.
- Rupérez, J.A., & García-Déniz, M. (2006): “Club Matemático. Problemas Comentados (XVI)”. *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 65, 1-7.
- Rupérez, J.A., & García-Déniz, M. (2012^a): “De nietos y aves: (Problemas Comentados XXXI)”. *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 80, 185-196.
- Rupérez, J.A., & García-Déniz, M. (2012^b): “Educación Primaria: problemas, estrategias y competencias: (problemas comentados XXXII)”. *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 81, 77-90.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Pauwels, A. (1992): “Solving compare problems: an eye movement test of Lewis and Mayer's consistency hypothesis”. *Journal of Educational Psychology*, 84, 85–94.
- Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000): *Making sense of word problems*. Lisse: Swets & Zeitlinger.

Agradecimientos

El Proyecto surge como iniciativa del Consejo Escolar de Canarias, junto a la Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas “Isaac Newton”. Cuenta con la colaboración de la Consejería de Educación y con la implicación de los Centros de Profesorado del Norte de Tenerife y de La Laguna. Para su evaluación se ha establecido un convenio de colaboración con la Universidad de La Laguna.