



Centro de Educación Infantil y Primaria Aregume



“PROYECTO NEWTON. MATEMÁTICAS PARA LA VIDA”. UNA VÍA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LAS MATEMÁTICAS

“NEWTON PROJECT. MATHEMATICS FOR LIFE”. TOWARDS THE SIGNIFICANT LEARNING OF MATHEMATICS

Consejo Escolar de Canarias

Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas “Isaac Newton”

Resumen

El Proyecto Newton se genera a partir de los resultados adversos de las evaluaciones sobre competencias matemáticas realizadas en Canarias, que evidenciaron la necesidad de hacer un replanteamiento sobre cómo trabajar eficazmente las matemáticas en la Escuela. El proyecto se propone generar un cambio real, efectivo y generalizable en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas centrando la atención en las estrategias de resolución de problemas. La clave del proyecto está en la formación específica del profesorado, que se realizaría en los mismos centros, y conseguiría que cada profesor, así formado, tradujera lo aprendido en nuevos modelos de enseñanza activa de las estrategias de resolución matemática de problemas. A su vez, el proyecto preveía que los profesores ya formados sean formadores de otros, creando así una red de intercambio de saberes didácticos concretos y de innovación entre docentes.

En las evaluaciones correspondientes de la eficacia de las nuevas metodologías se registraron mejoras estadísticamente significativas en los procesos implicados en la resolución de problemas, en el grupo de alumnos cuyo profesorado recibió la referida formación (grupo experimental); en contraste, un grupo de alumnos cuyo profesorado no recibió esta formación, no experimentó ninguna mejora en los resultados de las pruebas que medían su capacidad de resolución de problemas (grupo control). También se constataron diferencias significativas a favor del grupo experimental respecto al rendimiento académico en el área de Matemáticas en general. Así pues, los resultados confirman que este modelo de acción formativa —el Proyecto Newton— favorece el aprendizaje significativo, potencia el desarrollo de las competencias básicas implicadas en la resolución de problemas y mejora el rendimiento en matemáticas.

Palabras clave: resolución de problemas, representación mental, estructura matemática, procesos mentales, pensamiento lógico-matemático.

Abstract

The Newton Project was devised following the poor results obtained in the assessment of mathematical competences carried out in the Canary Islands. These highlighted the need for a fresh approach to the effective teaching of mathematics in school. The project aimed to bring about a real, effective and thorough change in the teaching and learning of maths, focusing attention on problem-solving strategies. The key to the project lies in the specific training of teachers, which was carried out on school premises and would lead to each participating teacher transferring what they had learnt into new models of active teaching of mathematical problem-solving strategies. At the same time, the project anticipated that the trained teachers would in turn train their peers, thus creating a network for the exchange of concrete teaching strategies and innovation among teachers.

The corresponding assessment of the effectiveness of these new methodologies showed statistically significant improvements in problem-solving processes, among the group of pupils whose teachers received the aforementioned training (experimental group); in contrast, the group of pupils whose teachers did not receive this training showed no improvement in the results of the tests which measured their problem-solving abilities (control group). Significant differences were also noted in favour of the experimental group with regards to academic performance in mathematics in general. Hence, the results confirm that this model of training —the Newton Project— favours significant learning, improves the development of basic competences involved in problem-solving and improves performance in mathematics.

Keywords: problem-solving strategies, mental representation, mathematical structure, mental processes, mathematical logical.

1. Introducción

1.1. Origen y características generales del Proyecto Newton

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 de Educación Primaria, se observaba que Canarias presenta una puntuación global correspondiente a 463 puntos por debajo de los 500 del promedio de España, es decir, 37 puntos por debajo de la media del Estado. Además, analizando la distribución de los resultados se observaba que el mayor porcentaje de alumnado de Canarias, el 26-%, se agrupa en los “niveles de muy bajo” de rendimiento (nivel menor o igual a 1) de la competencia matemática, y también en el “nivel intermedio bajo” (nivel 2), con un 38% del alumnado. Se observaba un porcentaje de alumnado muy escaso, el 3-%, que domina las habilidades y destrezas matemáticas con notable eficacia. Asimismo, estos datos revelaban que las mayores dificultades e insuficiencias se presentaban en las tareas que implican realizar los procesos de conexión y de reflexión, en este caso, en lugar de reflexionar y establecer conexiones, a los alumnos de Primaria le resultaba más fácil reproducir ejercicios ya practicados, cuando suponían que éstos eran similares a los que las tareas les proponían. Con todo ello se puso de manifiesto la dificultad que tenían estos

alumnos para resolver matemáticamente problemas que se presentan en la vida cotidiana.

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, PISA operacionaliza el concepto de competencia matemática definiéndola como la capacidad del alumno para razonar, analizar y comunicar operaciones matemáticas, así como para utilizar 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: competencias de reproducción, de conexión y de reflexión. Es decir, los alumnos tienen primero que transformar los “problemas” en “formas” matemáticas, luego realizar operaciones matemáticas propiamente dichas, seguidamente volver a trasladar el resultado al problema original y finalmente comunicar la solución en el lenguaje en el que se planteó el problema.

El diseño del Proyecto Newton ha tenido en cuenta las líneas de investigación de esta competencia, que en diversos estudios defienden la importancia de intervenir, con carácter preventivo, en los primeros años escolares, utilizando un paradigma didáctico centrado en el aprendiz, que aporte metodologías instructivas activas, basadas en la reflexión explícita y en la transferencia del control

del aprendizaje (MONTAGUE, 2007; MORENO Y ORTIZ, 2008). Ello favorecería 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 Proyecto Newton ha tenido en cuenta en su diseño que el aprendizaje apoyado con materiales didácticos adecuados y coherentes, elaborados desde planteamientos dirigidos al desarrollo de estrategias de aprendizaje, genera más calidad en la ejecución de las tareas de resolución de problemas que las metodologías tradicionales. También se ha tenido en cuenta que el aprendizaje así realizado favorece el desarrollo de los procesos cognitivos y metacognitivos adecuados y eficaces, al basarse dicho aprendizaje en la resolución de problemas académicos nuevos, en contextos diversos y de variada complejidad (SALMERÓN, GUTIÉRREZ-BRAJOS Y SALMERÓN, 2009).

Asimismo, en el diseño del Proyecto Newton se ha tenido en cuenta que también otros autores proponen el desarrollo de la competencia matemática mediante la resolución de problemas. Dicha tarea implica la necesidad de que el alumno sea capaz de realizar “representaciones mentales” de eventos o situaciones, en este caso del problema planteado (“modelo situacional”) y una representación de la estructura matemática que subyace a la situación de que se trata, también en este caso la que plantea el problema (“modelo matemático”) (VERSCHAFFEL, GREER Y DE CORTE, 2000). Sin embargo, los alumnos pueden llegar a resolver el problema de una manera superficial, en la que no se pone en juego un modelo situacional, y en la que el modelo matemático que se aplica 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 correspondiente, 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 que se emplea en la resolución del problema se decide basándose en ciertas palabras que aparecen en el enunciado del problema (“palabras clave”) y que se interpretan como si fueran sugerencia respecto a la operación que hay que realizar (por ejemplo, “más” para sumar, “perder” para restar). Una vez que la operación que se debe realizar ha sido identificada de esta manera mecánica, y una vez que el algoritmo correspondiente se ha ejecutado, el resultado se comunica inmediatamente como si fuera la verdadera respuesta a lo que se preguntaba en el problema; es decir, que la respuesta que finalmente se da, no remite a la situación que planteaba el problema original, porque es tan sólo el final de una tarea mecánica sugerida por las “palabras clave” del problema; de esta manera la falsa respuesta no es una respuesta significativa a la pregunta original, y así no es posible comprobar su razonabilidad. Según un estudio de ROSALES, VICENTE, CHAMOSO, MUÑOZ Y ORRANTIA (2012), los profesores inducen, mediante su metodología tradicional, el uso de la representación de la estructura matemática (“modelo matemático”), y no utilizan en su metodología ningún proceso referido al “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, y

este es uno de los principios en los que se basa la metodología que propone el Proyecto Newton.

Ante la necesidad de atajar los malos resultados de las evaluaciones sobre competencia matemática de los escolares canarios, y tomando en consideración lo que nos enseñan respecto al desarrollo de la competencia matemática referida a la resolución de problemas los estudios anteriormente reseñados, surgió 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 propuso dar respuesta a esta necesidad 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 era el de generar un cambio real, efectivo y generalizable en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, que tenía como eje el trabajo con los alumnos de los procesos competenciales de razonamiento, conexión y reflexión en la resolución matemática de problemas. Asimismo, se trataba de que el Proyecto favoreciera la traducción de lo que los profesores habían aprendido respecto a las características de la competencia matemática, en nuevos modelos de enseñanza activa de las matemáticas. Además, el Proyecto promovía un mecanismo de difusión de la nueva metodología, que consistía en que los profesores formados actuaran como formador de otros profesores, creándose así una red de intercambio e innovación entre docentes.

1.2. Objetivos

Se describe a continuación los objetivos del Proyecto Newton respecto a los dos ámbitos que lo desarrollarán: el alumnado (Objetivo A) y el profesorado (Objetivo B). El objetivo último del Proyecto es el objetivo A, relativo al alumnado; el objetivo B es auxiliar del A. Los dos objetivos básicos del Proyecto Newton son los siguientes:

- Objetivo A: Desarrollar plenamente en el alumnado de Educación Infantil y Primaria la competencia de resolución de problemas, de manera que mejore con ello el rendimiento académico general y en Lengua y Matemáticas en particular.
- Objetivo B: El profesorado de Educación Infantil y Primaria adopta y aplica el Proyecto eficazmente, es decir, de manera se consiga el objetivo A.

La tabla 1 describe los sub-objetivos que integran los objetivos básicos.

2. Estrategias y actuaciones

2.1. Estructura del Proyecto Newton

El Proyecto que aquí se describe se llevó a cabo en la isla de Tenerife, concretamente en seis centros de Educación Infantil y Primaria, correspondientes a los municipios de Los Silos y San Cristóbal de



Tabla 1
Objetivos básicos y sub-objetivos del “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida”

OBJETIVOS		SUB-OBJETIVOS		DESCRIPTORES
A. Desarrollar plenamente en el alumnado de Educación Infantil y Primaria la competencia de resolución de problemas de manera que mejore con ello el rendimiento académico general y en Lengua y Matemáticas en particular	a. Desarrollar todas la secuencia de capacidades inherentes a la competencia de resolución de problemas	1. Desarrollar la capacidad de “comprender” el problema:	<ul style="list-style-type: none"> Comprende el significado del texto o del enunciado oral del problema y su estructura sintáctica Realiza “representaciones mentales” de los eventos o situaciones descritas en el texto o enunciado de los problemas 	
		2. Desarrolla la capacidad de “pensar” eficazmente sobre el método matemático que utilizará para responder a la pregunta que plantea un problema	<ul style="list-style-type: none"> Transforma la “representación mental” de la fase de “comprensión” antes descrita en “formas matemáticas” Representa la estructura matemática que subyace en la situación que plantea el problema, sin utilizar para ello las “palabras clave” del texto o enunciado del problema Representa gráficamente los procesos para la resolución de problemas Utiliza un razonamiento lógico para realizar los procesos descritos arriba Debate coherentemente sobre las “formas matemáticas” inherentes al enunciado del problema Establece, revisa y modifica el “plan de abordaje” matemático para responder a la pregunta del problema 	
		3. Desarrolla la capacidad de explicitar y “ejecutar” la metodología matemática que deducido para responder a la pregunta que plantea el problema	<ul style="list-style-type: none"> Realiza operaciones matemáticas apropiadamente dichas, coherentes con la estructura matemática subyacente a la “representación mental” del problema Es capaz de autocorregirse en el desarrollo de las operaciones matemáticas a las que se refiere el punto anterior 	
		4. Desarrolla la capacidad de “responder” efectivamente a la pregunta que plantea el problema	<ul style="list-style-type: none"> Es capaz de comunicar la solución del problema en el mismo lenguaje en el que se planteó la pregunta y el problema Es capaz de comunicar la solución del problema de manera que sea posible valorar la racionalidad de la respuesta a la pregunta que planteó el problema Es capaz de representar gráficamente los procesos matemáticos de resolución de problemas. 	
	b. Mejorar el rendimiento en Lengua y Matemáticas aplicando la metodología del Proyecto Newton	1. Las calificaciones académicas de Matemáticas mejoran significativamente al final del curso escolar, después de la aplicación la metodología del Proyecto Newton a lo largo de dicho curso		
		2. Las calificaciones académicas de Lengua mejoran significativamente al final del curso escolar, después de la aplicación la metodología del Proyecto Newton a lo largo de dicho curso		
B. El profesorado de Educación Infantil y Primaria adopta y aplica el Proyecto eficazmente, es decir, de manera se consigue el objetivo A	1. Los profesores son capaces de diseñar actividades didácticas eficaces, de describir efectos y resultados de la aplicación de la metodología del Proyecto Newton y de hacer propuestas de mejora de dichas metodologías			
	2. Una vez aplicado el Proyecto a lo largo de un curso académico, los profesores son capaces de indicar las ventajas de la aplicación de las metodologías del Proyecto frente a la metodología tradicional			
	3. Una vez aplicado el Proyecto a lo largo de un curso académico, los profesores son capaces de indicar los requerimientos y las dificultades para desarrollar eficazmente la metodología del Proyecto			
	4. Una vez aplicado el Proyecto a lo largo de un curso académico, los profesores consideran eficaz la formación recibida para desarrollar con éxito el Proyecto			

La Laguna, durante el curso académico 2012 2013. Está dirigido por tanto al profesorado, y al alumnado de Educación Infantil y de Primero, Segundo y Tercer Ciclo de Primaria.

La estructura de su desarrollo incluye los siguientes elementos:

- Dos reuniones mensuales con el profesorado para formarlo en la aplicación de la metodología del Proyecto y para plantear las tareas que se realizarán en el aula con el alumnado durante el mes. Además se proporcionan los recursos didácticos necesarios para poner en práctica dichas tareas. Estas reuniones

formativas se desarrollaron en sesión de tarde de unas 3 horas de duración.

- Una singularidad de esta formación del profesorado consiste en la ejemplificación pormenorizada de la metodología que se ha de aplicar en el aula inicialmente. Esta ejemplificación corre a cargo del formador principal y del formador acompañante y, posteriormente el profesorado participante, en formación, se convierte, a su vez en formador acompañante, constituyéndose así un proceso de difusión en red.



- Durante los quince días que siguen a cada sesión de formación, el profesorado así formado aplica y desarrolla en el aula con sus alumnos las tareas y actividades ejemplificadas y tratadas en dichas sesiones formativas
- Tanto las sesiones formativas como las actividades prácticas desarrolladas en el aula, se apoyaban con un portal web, donde se plantean y debaten las dudas sobre el desarrollo más eficaz de las metodologías. Asimismo el profesorado participante ofrece en la web problemas y actividades para reforzar y evaluar el trabajo en el aula. También, se creó un blog del proyecto para implicar a las familias en su desarrollo, con el objetivo de que apoyaran a sus hijos en el aprendizaje matemático, concretamente en la resolución de problemas.

2.2. Metodología preparatoria para la resolución de problemas: Educación Infantil y primer ciclo de Educación Primaria

Los docentes de Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria se forman para trabajar con una metodología centrada en desarrollar en el alumno la capacidad de calcular mediante un proceso lógico-manipulativo que utiliza como material didáctico básico las Regletas de Cuisenaire (MARTÍN-ADRIÁN, 1999). Con el uso de la metodología propia de este material se pretende que el alumnado aprenda la descomposición de los números y se inicie así 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) permite que el aprendizaje del cálculo tenga un soporte tangible y manipulativo, clave en estas primeras etapas de aprendizaje para dar consistencia a los procesos mentales inherentes al cálculo, lo que permitirá desarrollar el cálculo mental y su correspondiente representación. Por otra parte, el modo específico de aplicar esta metodología educativa, enfatiza el desarrollo de la autonomía del alumno, animando a la confrontación de los diversos puntos de vista respecto al dilema cognitivo propuesto con el problema, y a buscar respuestas diversas, 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.

2.3. Metodología para el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas: Segundo y tercer ciclo de Educación Primaria

Los docentes de segundo y tercer ciclo de Educación Primaria se forman en el desarrollo de todos los procesos implicados en la re-

solución de problemas que se describen en los sub-objetivos de la tabla 1 y en sus descriptores. Se trata de tres procesos básicos secuenciados: “comprender”, “pensar”, “ejecutar” y “responder” (POLYA, 1987).

La fase de “comprender” consiste primordialmente en la búsqueda de los datos en el enunciado del problema, en su enumeración, análisis y clasificación, así como en la determinación del objetivo que pretende el problema, es decir, la pregunta que plantea. También debe establecerse la conexión entre el objetivo y los datos (relación), esta conexión permite determinar la coherencia de dichos datos con el objetivo, eliminar así los datos no coherentes (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 (el objetivo del problema y los datos explícitos o implícitos conexos con el objetivo), obteniendo así la estrategia más conveniente para alcanzar el objetivo del problema, es decir, para responder a la pregunta que formula.

En la fase de “ejecutar” se transforma el diagrama o representación obtenido en la fase anterior, para representar matemáticamente la situación y para desarrollar esa forma matemática inherente a la relación entre datos del problema y objetivo. El uso en esta fase de un procedimiento matemático determinado (lógica, números, álgebra, etc.) dependerá de la estrategia seleccionada para explicitar la estructura de la información inicial (datos) y su relación con el objetivo.

Finalmente, en la fase de “responder” se vuelve a conectar con el contexto (con el planteamiento del problema y con su lenguaje) para verificar la corrección de la respuesta encontrada en la fase anterior y para verificar igualmente la coherencia de la respuesta con el objetivo a alcanzar, es decir, para verificar si realmente se responde a la pregunta que el problema planteaba (RUPÉREZ Y GARCÍA-DÉNIZ, 2006, 2012a, 2012b).

Los desafíos matemáticos planteados a los alumnos por medio de los problemas están siempre relacionados con temas de su interés, con el fin de conectar el aprendizaje de la competencia de resolución de problemas con su vida real.

La dinámica básica de trabajo en el aula consiste en presentar un problema a un grupo de cuatro alumnos para ser resuelto entre todos. Posteriormente se debate el resultado obtenido con los demás grupos. Este procedimiento fuerza a los alumnos a que aporten una fundamentación lógico-matemática de las respuestas obtenidas, así como a que consigan el descubrimiento autónomo de relaciones y tomen decisiones igualmente autónomas.

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; todo ello con el objetivo de potenciar la autonomía del alumnado.

3. Resultados

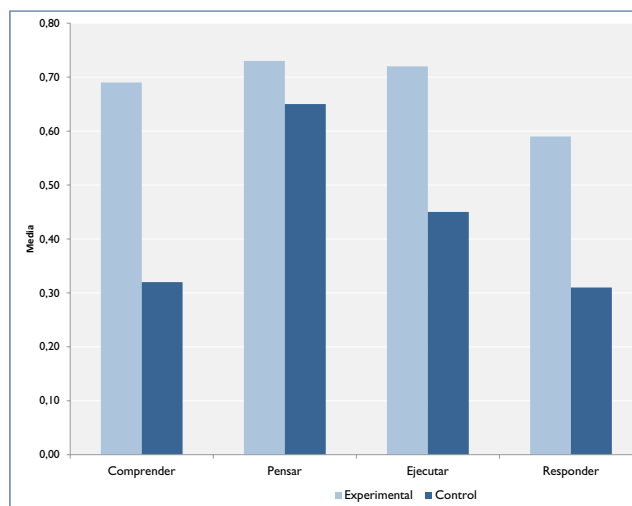
3.1. Resultados con respecto al objetivo A-a: “Desarrollar todas la secuencia de capacidades inherentes a la competencia de resolución de problemas”

Una vez concluido el curso 2012 2013, durante el que, como se ha indicado, se desarrolló el Proyecto que aquí se describe en seis centros de Educación Infantil y Primaria de la isla de Tenerife, se procedió a evaluar en el alumnado de dichos centros cuál era el nivel que habían alcanzado en el desarrollo de los procesos mentales implicados en la resolución de problemas.

Para ello se constituyó una muestra de 129 alumnos de Segundo y Tercer Ciclo de Primaria, que se dividió dos grupos, un “grupo experimental”, formado por 99 alumnos cuyo profesorado había sido formado en la aplicación de la metodología del Proyecto Newton; y un “grupo de control”, constituido por 30 alumnos de la

misma zona escolar, pero cuyo profesorado no había recibido dicha formación, y por tanto el alumnado que formaba este grupo no había trabajado con la metodología fomentada del Proyecto. Ambos grupos estaban integrados por un 30-% de alumnos de nivel de rendimiento alto, un 30-% de alumnos de nivel de rendimiento medio y otro 30-% de alumnos de nivel de rendimiento bajo. A los dos grupos muestrales se les aplicó una misma prueba consistente en resolver un problema matemático, adaptado al nivel educativo del alumnado de Segundo y Tercer Ciclo de Primaria, con las estrategias que cada uno hubiera adquiridas, es decir, sin ninguna instrucción específica respecto a cómo debería resolverse el problema.

Figura 1
Resultados del desarrollo de las competencias básicas implicadas en la resolución de problemas, después de la aplicación de la metodología del Proyecto Newton. Curso 2012-2013. Segundo y Tercer Ciclo de Primaria de centros de los municipios de Los Silos y San Cristóbal de La Laguna. Tenerife



		Comprender	Pensar	Ejecutar	Responder	Total
GRUPO	Experimental	0,69	0,73	0,72	0,59	0,68
	Control	0,32	0,65	0,45	0,31	0,40

Una vez aplicada la prueba ésta fue evaluada con un registro que guiaba el análisis y valoración de los desarrollos y las respuestas de los alumnos respecto al nivel alcanzado en el desarrollo de las competencias básicas para la resolución de problemas (comprender, pensar, ejecutar, responder) competencias que constituyen los sub-objetivos A-a-1, A-a-2, A-a-3 y A-a-4 (ver tabla 1)

Los resultados obtenidos de dicha evaluación 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 de problemas aplicada (ver figura 1) Concretamente los resultados fueron los siguientes:

- Las medias más destacadas, entre dominio (=1) y no dominio (=0) en el grupo experimental, corresponden a los procesos de “comprender” (0.79), “ejecutar” (0.72) y “responder” (0.78).
- Existen procesos más complejos que los anteriormente citados —como expresar por escrito las justificaciones de las decisiones de resolución adoptadas o hacer una valoración de la solución aportada con respecto al contexto— respecto a los cuales no se encontraron diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de control.
- En definitiva, a pesar de la dificultad que supone el cambio metodológico y la adquisición de una serie de competencias matemáticas en menos de un año, el alumnado ha desarrollado la capacidad de leer el problema comprendiéndolo (“comprender”); debatir en un grupo de iguales sobre los datos, los objetivos, la relación entre ambos, y la operativa matemática a utilizar (“pensar”); establecer un plan de trabajo, revisarlo y modificarlo si fuese necesario (“ejecutar”), y establecer me-

canismos de autocorrección valorando la solución respecto al contexto (“responder”).

3.2. Resultados con respecto al objetivo A-b: “Mejorar el rendimiento en Lengua y Matemáticas aplicando la metodología del Proyecto Newton”

Se analizó la posible incidencia de la aplicación de la metodología del Proyecto sobre el rendimiento académico del alumnado, comparando los resultados académicos obtenidos en Lengua y Matemáticas al finalizar el curso 2011-2012, tanto en el grupo experimental como en el grupo de control, con los obtenidos en esas mismas materias al finalizar el curso 2012-2013. Como se ha indicado, durante el curso 2012-2013, el grupo experimental había sido formado con la metodología de resolución de problemas del Proyecto Newton.

De la comparación realizada se obtuvieron los siguientes resultados:

Se constata que existen diferencias significativas a favor del grupo experimental en el área de Matemáticas (ver tabla 2), mientras que en el área de Lengua no existen tales diferencias. En concreto, la media en Matemáticas en el grupo experimental ha evolucionado de 2.47 puntos a 2.57 puntos, en una escala de 0 a 4 (0 insuficiente, 1 suficiente, 2 bien, 3 notable y 4 sobresaliente), es decir, la mayoría del alumnado del grupo experimental ha obtenido calificaciones de Matemáticas comprendidas entre “bien” y “notable”, produciéndose un mayor acercamiento al “notable” después de la intervención.

Tabla 2
Comparación del rendimiento académico obtenido en Lengua y Matemáticas entre los cursos 2011-2012 y 2012-2013, después de la aplicación de la metodología Proyecto Newton. Curso 2012-2013. Segundo y Tercer Ciclo de Primaria de centros de los municipios de Los Silos y San Cristóbal de La Laguna. Tenerife

		Media junio 2012	Media junio 2013	Diferencia estadísticamente significativa
MATEMÁTICAS	Experimental	2,47	2,52	Sí
	Control	2,80	2,43	
LENGUA	Experimental	2,66	2,49	No
	Control	2,70	2,40	

El rendimiento en Matemáticas del grupo control, de un curso a otro y también cuando lo comparamos con el del grupo experimental, empeora.

Estos resultados de mejora en las calificaciones académicas del grupo de experimental rompen la tendencia general a bajar el rendimiento al pasar a un curso más avanzado; efecto natural producido por el aumento que dicho avance supone en el nivel de dificultad.

La diferencia de resultados en Lengua entre el grupo experimental y el grupo de control no resultan significativas. En ambos empeoran los resultados, si bien el empeoramiento es mayor en el grupo de control.

3.3. Resultados respecto a la consecución del objetivo B: “El profesorado de Educación Infantil y Primaria adopta y aplica el Proyecto eficazmente, es decir, de manera que se consigue el objetivo A”

Se ha evaluado a 27 docentes que recibieron la correspondiente formación para desarrollar la metodología del Proyecto Newton, y que la aplicaron durante el curso 2012-2013 en los centros y con los alumnos indicados. De estos 27 profesores, 9 ejercen su docencia

en Educación Infantil y primer ciclo de Primaria, y 18 en segundo y tercer ciclo de Primaria.

3.3.1. Resultados respecto al objetivo B-1: “Los profesores son capaces de diseñar actividades didácticas eficaces, de describir efectos y resultados de la aplicación de la metodología del Proyecto Newton y de hacer propuestas de mejora de dichas metodologías”

Los profesores evaluados diseñaron, pusieron en práctica y valoraron los resultados de la aplicación, entre otras, de las siguientes actividades didácticas derivadas de la metodología del Proyecto:

- La actividad “El Calendario” propició el desarrollo en Educación Infantil de la competencia matemática de cálculo, con el apoyo de las regletas y se obtuvieron resultados muy satisfactorios.
- Se aplicó la metodología del uso de las regletas para el aprendizaje de la operatoria propia de sumas y restas, reforzando así la fase manipulativa del desarrollo de la competencia matemática del alumnado de 1.º curso de Primaria. Los resultados fueron igualmente muy satisfactorios.
- Tras horas desarrollando el proceso de resolución de un problema, algún alumno de 3º curso de Primaria sorprendió al profesor y a sus compañeros, en la fase “pensar”, con la propuesta de un diagrama diferente al propuesto desde una perspectiva lógica o, sencillamente, obteniendo mentalmente la respuesta a la pregunta que planteaba el problema.
- Los profesores constatan en los alumnos de 4º curso de Primaria una gran expectación, un alto nivel de participación y

un clima favorable de acogida cuando les proponen la realización de actividades basadas en la resolución de problemas.

Como propuestas de mejora los profesores refieren la necesidad y la conveniencia de transferir esta metodología a otros contenidos del currículo (66% de los profesores apoya esta propuesta) y dotar a las aulas del material didáctico adecuado a la metodología del Proyecto (22% de los profesores apoya la propuesta).

3.3.2. Resultados respecto al objetivo B-2: “Una vez aplicado el Proyecto a lo largo de un curso académico, los profesores son capaces de indicar las ventajas de la aplicación de las metodologías del Proyecto frente a la metodología tradicional”

Entre las ventajas, los profesores destacan la aplicabilidad de la metodología en el aula (48% de los profesores la destacan), el cambio e innovación que ésta aplicación supone para la mejora de los resultados (34%) y que propicia la transferencia de experiencias y la colaboración entre los docentes (30%).

3.3.3. Resultados respecto al objetivo B-3: “Una vez aplicado el Proyecto a lo largo de un curso académico, los profesores son capaces de indicar los requerimientos y las dificultades para desarrollar eficazmente la metodología del Proyecto”

Un número significativo de profesores señala que un importante inconveniente para desarrollar eficazmente la metodología del Proyecto es que no cuentan con material didáctico suficiente y adaptado (38% de los profesores expresan dicha dificultad), Los profesores indican también, para apoyar la conveniencia de dotar suficientemente a las aulas de dicho material, la posibilidad y la



oportunidad de utilizar esos recursos, como útiles y valiosas herramientas didácticas, en otras áreas del currículum (34% de los profesores hacen esta indicación). Por otra parte, los profesores señalan la necesidad de adaptar ciertas actividades a las características del aula (26%).

3.3.4. Resultados respecto al objetivo B-34: “Una vez aplicado el Proyecto a lo largo de un curso académico, los profesores consideran eficaz la formación recibida para desarrollar con éxito el Proyecto”

El 96% de los profesores valora como “alto-muy alto” el interés de los contenidos de la formación recibida para desarrollar la metodología del Proyecto Newton; y el 93% puntúa igualmente “alto-muy alto” el aprovechamiento obtenido de dicha formación, en orden a mejorar la calidad de su docencia respecto a la enseñanza de estrategias para la resolución de problemas.

4. Conclusiones

Se constata mejoras estadísticamente significativas en el alumnado al que se ha aplicado la metodología del Proyecto, con respecto a 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 con el avance de curso.

Los resultados confirman la bondad y eficacia de la formación del profesorado implementada en el “Proyecto Newton. Matemáticas para la Vida”.

El profesorado, el alumnado, los padres y madres que han participado en el desarrollo del Proyecto, apoyan su continuidad y su extensión a otros centros. Precisamente el mayor reto que se plantea a la Administración educativa es el de realizar dicha extensión habida cuenta de las dificultades administrativas que podría comportar, como por la necesidad de movilizar para ello a toda la comunidad educativa.

El modelo de acción formativa propio del Proyecto Newton, en el que el profesor es enseñado, es acompañado, aprende del grupo y comparte lo aprendido y lo desarrollado por él, favorece el aprendizaje significativo del alumno, y mejora el rendimiento en Matemáticas, específicamente las competencias básicas implicadas en la resolución de problemas. El cambio metodológico favorece además, por un lado, la construcción del conocimiento por parte del alumnado, constituyéndolo 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 del profesorado en los propios centros (es una experiencia innovadora), se constatan empíricamente mejoras significativas en el dominio de la competencia matemática por parte de los alumnos (es una experiencia 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 (es una experiencia sostenible) y, por último, el Proyecto se está extendiendo y sirviendo como modelo a seguir en otros centros y contextos educativos (es una experiencia replicable).

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.

Referencias bibliográficas

- BERBEY-MEYER, Y. & KAPLAN, A. (2005): “Motivational influences on transfer of problem-solving strategies”. *Contemporary Educational Psychology*, 30, pp.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.childencyclopedia.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), pp. 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), pp. 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, pp.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, pp. 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, pp. 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, pp.19-28.
- MONTAGUE, M. (2007): “Self-Regulation and Mathematics Instruction”. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22, pp.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), pp.140-164.
- NESHER, P., & TEUBAL, E. (1975): “Verbal cues as an interfering factor in verbal problem solving”. *Educational Studies in Mathematics*, 6, pp.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.
- ROSALLES, J., VICENTE, C., CHAMOSO, J. M., MUÑEZ, D., & ORRANTIA 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, pp.1185-1195.
- SALMERÓN, H., GUTIÉRREZ-BRAJOS, 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), pp.141-168.
- RUPÉREZ, J.A., & GARCÍA-DÉNIZ, M. (2006): “Club Matemático. Problemas Comentados (XVI)”. *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 65, pp.1-7.
- RUPÉREZ, J.A., & GARCÍA-DÉNIZ, M. (2012a): “De nietos y aves: (Problemas Comentados XXXI)”. *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 80, pp.185-196.
- RUPÉREZ, J.A., & GARCÍA-DÉNIZ, M. (2012b): “Educación Primaria: problemas, estrategias y competencias: (problemas comentados XXXII)”. *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 81, pp.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, pp.85–94.
- VERSCHAFFEL, L., GREER, B., & DE CORTE, E. (2000): *Making sense of word problems*. Lisse: Swets & Zeitlinger.