

Evaluación del *Proyecto Newton. “Matemáticas para la Vida”* de 3º a 6º de Educación Primaria

Alumna: Atteneri López García.

Tutor: Ramón Aciego de Mendoza.

*Trabajo de Fin de Grado de Psicología. Universidad de La Laguna
Curso académico 2015-2016*

Resumen

Se evalúa el impacto del *Proyecto Newton Matemáticas para la vida*, en el profesorado y alumnado de 3º a 6º de Educación Primaria. Se recogen las valoraciones de los profesores participantes y se estudia el efecto de la acción formativa en los estudiantes de cinco centros de Educación Primaria (Tenerife, España). Se utiliza un diseño cuasiexperimental, con tres grupos experimentales: consolidado, que lleva cuatro años de participación en el proyecto (N = 76), casi-consolidado, entre tres y dos años de participación (N = 210) y de nueva incorporación (N = 63); además de un grupo control, cuyo profesorado no ha participado en el proyecto (N = 89). Se analiza la consolidación de los procesos implicados en la resolución de problemas. Además, se estudia si el Proyecto influye en la adaptación escolar del alumnado. Los resultados resaltan el interés y el aprovechamiento de la acción formativa por parte del profesorado. También se destaca las mejoras del grupo experimental en las fases del proceso de resolución de problemas, en relación al grupo control. Asimismo, se constata una mejora del grupo experimental en la adaptación escolar, concretamente en los factores de laboriosidad y disciplina.

Palabras clave: educación primaria, resolución de problemas, adaptación escolar.

Abstract

It evaluates the impact of the project Newtons Mathematics of the life for professors and students 3rd to 6th the primary school. Therefor they have taken the rating of the participating professors and studied the effect of the formative action at the students of five primary schools (Tenerife, Spain). Retaliating an almost experimental design with three experimental groups Consolidated (N = 76), experimental nearly- Consolidated (N = 210), experiment with new incorporation (N = 63) and a control group (N = 89). It analyses the consolidation of the processes implicated in the resolution of the problems. Also it examines if the project influenced the school adaption of the student. The results highlight the interest and use of the formative action on the side of the professor. Also the experimental group was better in the phase in the process of resolution of problems than the control group. They have proofed that the experimental group gets better in school adaption, concrete in the facts of industriousness and discipline.

Keywords: primary school, problems solving, school adaption

Introducción

El aprendizaje es un proceso mediante el cual nuevos conocimientos son asimilados dentro de la estructura conceptual del que aprende (Saldarriaga, 2012).

Esta investigación se centra concretamente, en el aprendizaje de las matemáticas.

La competencia matemática se define 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). Esta competencia activa una serie de procesos que pueden agruparse en tres categorías: reproducción (operaciones matemáticas simples), conexión (combinación de ideas para resolver problemas con una solución directa) y reflexión (uso del pensamiento matemático amplio) (PISA, 2012).

La finalidad de la asignatura de Matemáticas en la Educación Primaria es construir los fundamentos del razonamiento lógico-matemático en los niños/as de esta etapa, y no únicamente centrarse en la enseñanza del lenguaje simbólico-matemático (BOC, 2014).

Respecto al currículo en matemáticas, en Educación Primaria, destacar que se valoran las siguientes competencias (BOC, 2014):

Comunicación lingüística (CL), emplear las relaciones numéricas y geométricas y la descripción verbal y escrita de los razonamientos y procesos matemáticos con un lenguaje correcto y el vocabulario matemático preciso.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT) mediante la resolución de diferentes situaciones de aprendizaje que propicien el empleo de las matemáticas dentro y fuera del aula, y en relación con otras asignaturas

Competencia digital (CD), proporciona destrezas asociadas a los procesos de análisis y de síntesis, de razonamiento, de clasificación, de reflexión y de organización.

Aprender a aprender (AA), facilita el desarrollo de esquemas mentales que ayudan a organizar el conocimiento.

Competencias sociales y cívicas (CSC) se refiere al trabajo en equipo y a las dinámicas de interacción social.

El sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE), es la resolución de problemas y el trabajo científico, que implica la capacidad de transformar las ideas en actos.

La conciencia y expresiones culturales (CEC), pone en juego la iniciativa, imaginación y creatividad, que favorecen la comprensión de determinadas producciones artísticas.

Estas competencias curriculares se reflejan en cinco bloques: "Procesos, métodos y actitudes en matemáticas", "números," "medida", "geometría y estadística" y "probabilidad". Durante el desarrollo de estos temas se practica la resolución de problemas. La cual es objeto de estudio en esta investigación.

En cuanto a la resolución de problemas, muchos alumnos/as presentan dificultades. A pesar, de no presentar dificultades para ejecutar las operaciones aritméticas implicadas en el problema. Esta discrepancia entre la ejecución de operaciones y la resolución de problemas puede ser explicada por diferentes factores: Por las variables propias del problema, por el conocimiento conceptual necesario para resolverlo, y también, por el tipo de estrategias que ponen en marcha para resolver el problema, ya que se suelen saltar la comprensión y emplean estrategias más superficiales, como, la estrategia de la palabra clave (recibir o conseguir se asocia a suma) (Hegarty et al., 1995; Neshet y Teubal, 1975; Verschaffel, De Corte y Pauwels, 1992). También pueden guiarse por los números que aparecen en el problema para decidir la operación. Así, si los números son 78 y 54 se podría pensar en una suma o una multiplicación, pero si son 78 y 3 la operación más probable sería la división, infiriendo las operaciones a partir del tamaño de los números (Sowder, 1988). O bien seleccionar los números y dejarse guiar por la operación más reciente enseñada en clase o simplemente ejecutar una operación con la que uno se siente más competente. Incluso cuando los problemas introducen información numérica irrelevante esta tiende a ser utilizada en las operaciones ejecutadas por los estudiantes (Littlefield y Rieser, 1993).

El uso de las estrategias superficiales puede estar mediatizado por los materiales curriculares, entre los que cabe destacar el libro de texto. Los problemas que aparecen en los libros tienden a ser agrupados y formulados de tal forma que la utilización de estrategias superficiales puede llevar a una ejecución correcta del problema. Usualmente, los enunciados de estos problemas tienen una intención educativa y son situaciones creadas por los expertos para estimular el aprendizaje de los estudiantes o evaluarlo (Gaigher, 2007). Casi todos los problemas matemáticos se pueden resolver directamente aplicando reglas, fórmulas y procedimientos mostrados por el profesor o dados en el libro. Esto puede hacer pensar que el pensamiento matemático consiste en aprender, memorizar y aplicar reglas, fórmulas y procedimientos (Garofalo, 1989). Es importante interiorizar determinados contenidos para hacer frente a la resolución de problemas. Pero también intervienen en el proceso aspectos internos como esfuerzo, concentración, perseverancia, creatividad, autoconfianza, autoconcepto, motivación... Esto lo explica el constructivismo.

El constructivismo, de acuerdo con Ausubel (1976), considera que una de las condiciones indispensables para que sea posible el aprendizaje significativo es que el alumno manifieste una disposición para aprender el nuevo contenido y que dicha disposición de acuerdo con Entwistle (1988) se manifiesta en una manera profunda de encarar la tarea. Es decir, que la intención del alumnado sea fundamentalmente comprender aquello que estudia y que para conseguir este objetivo busque relacionar el nuevo contenido con aquello que sabe, perseverando en este intento hasta conseguir un determinado tipo de comprensión.

Las explicaciones que una persona se da a si misma de sus éxitos y fracasos escolares influye en la actitud que tendrá ante nuevas situaciones de aprendizaje (Font, 1994)

Alsup (2005) comparó la instrucción tradicional y la constructivista en matemáticas. Con su estudio demuestra que la segunda ofrece ventajas. Examinó la eficacia de la instrucción constructivista sobre la ansiedad hacia las

matemáticas, las creencias sobre la eficiencia y las percepciones sobre autonomía.

Suk (2005) investigó la eficacia de la instrucción constructivista en matemáticas sobre el desempeño académico, auto-concepto (creencias que cada persona tiene de sí misma), estrategias de aprendizaje, y preferencia de la metodología constructivista. Su estudio concluye que la enseñanza constructivista es más eficaz en términos de logro académico y no es eficaz en términos de mejora del auto-concepto y que los estudiantes tienen preferencia por un ambiente constructivista.

Pugalee (2001) investigó sobre la relación entre las matemáticas y la meta-cognición. Validó que la escritura de los estudiantes sobre sus procesos matemáticos al solucionar problemas, muestra evidencias de comportamientos meta-cognitivos. Los escritos de los estudiantes demostraron el uso de varios comportamientos meta-cognitivos. Los resultados promueven incluir la escritura de los procesos como parte integral del plan de estudios de las matemáticas.

Tras estas investigaciones se puede concluir que más que enseñar a los alumnos/as a resolver problemas, se trata de enseñarles a pensar matemáticamente, es decir, a que sean capaces de abstraer y aplicar ideas matemáticas a un amplio rango de situaciones. Este es el principal objetivo del Proyecto Newton: Matemáticas para la vida, desde 3º a 6º de primaria. Este proyecto surgió tras estudiar los resultados de la evaluación de la competencia matemática en el alumnado canario (Evaluación General de Diagnóstico. MECD, 2009)

En cuanto a la competencia matemática del alumnado perteneciente a Educación Primaria, 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 por ciento) y en el nivel intermedio bajo (*nivel 2* con un 38 por ciento). Hay un porcentaje de alumnado muy escaso que domina las habilidades y destrezas matemáticas con notable eficacia (*nivel 5* con un 3 por ciento). 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.

Las bases del Proyecto Newton Matemáticas para la vida, se fundamentan en las aportaciones de Pólya (1945,1954), el cual advirtió que para entender una teoría, se debe conocer cómo fue descubierta. Por ello, su enseñanza se centra en el proceso de descubrimiento más que en el simplemente desarrollo apropiado de los ejercicios. Para involucrar a sus estudiantes en la solución de problemas, sustentó su método en los siguientes cuatro pasos: entender el problema, configurar un plan, ejecutar dicho plan y mirar hacia atrás y verificar el resultado con la vida real.

En estos pasos se apoya el Proyecto Newton, para el proceso de resolución de problemas, el cual se divide en las siguientes fases:

Fase 1: Comprender, en este paso se busca y clasifica toda la información del problema, para esto se utilizan: datos, objetivos, relaciones y representaciones gráficas. En la acción formativa se le explica al profesorado que lo importante de esta fase es que sus alumnos aprendan a sintetizar la información, quedándose con lo esencial del problema.

Fase 2: Pensar, consiste en seleccionar estrategias. Estas son de tres tipos: Auxiliares, como la simplificación y la analogía. Las básicas: modelización, organización de la información y ensayo y error. Y las específicas: buscar patrones, eliminar, ir hacia atrás y generalizar. Estas estrategias son los caminos que llevan a encontrar la solución.

Fase 3: Ejecutar las acciones, que las propias estrategias indican.

Fase 4: Responder, para ello, primero se comprueba, luego se analiza la solución y se elabora la respuesta.

Además el proyecto, se centra en la formación del profesorado, ya que en distintas investigaciones se ha puesto de manifiesto que el factor más importante para asegurar aprendizajes efectivos en el área de Matemáticas es la preparación de la clase por parte del profesor (Araya, 2000). La clase debe prepararse de modo que los estudiantes vayan construyendo su propio conocimiento; el docente se limita a orientar o guiar la clase. Es preciso que se motive y se le proporcione al estudiante el material y recursos necesarios para llegar al propósito esperado, dejándoles la iniciativa a ellos. En este sentido, el docente debe atender de manera particular los requerimientos de los estudiantes.

En cuanto a los propósitos de esta investigación, por una parte, destacar que el objetivo general consiste en evaluar el Proyecto Newton “Matemáticas para la vida” desde 3º a 6º de primaria en el curso 2015-2016, ya que se ha evaluado durante los cuatro años anteriores (Consejo Escolar de Canarias, 2015). Por otra parte, podemos diferenciar los objetivos específicos en dos categorías:

Por un lado, los objetivos que coinciden con las evaluaciones anteriores de este proyecto:

- Conocer cuál es la propuesta metodológica del proyecto.
- Analizar la satisfacción del profesorado con la acción formativa.
- Analizar el impacto de la acción formativa en los procesos de resolución de problemas del alumnado.

Por otro lado, en cuanto a los nuevos objetivos de este curso resaltar los siguientes:

- Analizar el impacto de la acción formativa en los procesos de resolución de problemas del alumnado dependiendo del tiempo que se lleve participando en el Proyecto.
- Analizar el impacto de la acción formativa en la adaptación escolar del alumnado.

Método

Participantes.

El Proyecto Newton, para llevar a cabo la acción formativa se divide en dos grupo de formadores. Por un lado, seis imparten formación al profesorado de infantil, 1º y 2º de primaria. Esta acción formativa se centra en el cálculo mental, el uso de los materiales tangibles como regletas y aspectos socio-educativos como la participación y la toma de decisiones. Por otro lado, seis formadores se encargan de la acción formativa en la resolución de problemas

fundamentada en las aportaciones de Pólya (1945,1954) de los docentes desde 3º de primaria a secundaria. Concretamente, esta investigación se centra en primaria (desde 3º a 6º) .

Los centros que participan en el Proyecto, desde 3º a 6º de primaria se encuentran en España, Canarias, concretamente, en el nordeste del Hierro y en las zonas del casco, del norte y del sur de Tenerife. De estos colegios se están formando aproximadamente 120 profesores, por lo que el proyecto llega en torno a 2.400 alumnos.

Para llevar a cabo la evaluación del Proyecto Newton, desde 3º a 6º de primaria, se toman los resultados de seis colegios. Estos, se distribuyen en grupo experimental consolidado, casi-consolidado, nueva incorporación, y grupo control (ver tabla 1).

Por una parte, el grupo experimental lo componen cinco centros educativos de Tenerife: Un colegio de Los Silos, que lleva cuatro años en el Proyecto, a este se le denomina grupo experimental consolidado. También un colegio de la zona de Icod, que se incorporó hace tres años y dos de San Juan de la Rambla, que llevan dos años, en el Proyecto. Estos conforman el grupo experimental casi consolidado. Por último, el grupo de nueva incorporación, en Tacoronte, que se inició este curso en el programa.

Por otra parte, se toma como grupo control un centro de Santa Cruz de Tenerife.

Tabla 1

Frecuencia de los grupos participantes en la evaluación.

Grupo	Frecuencia	Porcentaje
Consolidado	76	17.4
Casi – consolidado	210	47.9
Nueva incorporación	63	14.4
Control	89	20.3
Total	438	100

En relación a la evaluación del proyecto por parte del profesorado, resaltar que participan 12 docentes, de los cuales 10 son tutores y 2 no lo son (ver figura 1) .

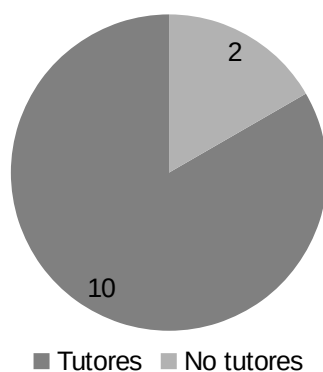


Figura 1: Profesorado participante

Acción Formativa.

En el proyecto se realizan acciones formativas a los docentes que imparten clases desde infantil a secundaria. Concretamente nos centraremos en la acción formativa del profesorado de 3º a 6º de primaria.

Para conocer cómo se llevan a cabo las acciones formativas, partimos del informe ejecutivo 2012-2015 del Proyecto Newton, Matemáticas para la vida (Consejo Escolar de Canarias, 2015). Además se entrevista al formador principal, ya que es el que imparte mayor número de horas de formación, y se realiza la observación de una sesión de formación.

La acción formativa consiste en una reunión mensual, es decir tres reuniones por trimestre, desarrolladas en horario de tarde con una duración aproximada de 3 horas, realizadas en un colegio céntrico de la zona.

El material utilizado es, fundamentalmente, pizarra normal y/o digital, proyector y pantalla. En algunas ocasiones, se utilizan recursos didácticos (regletas, geoplano, bloques lógicos) o materiales reales para realizar modelizaciones.

La formación tiene como objeto el dominio práctico de los contenidos. Por ello, en estas sesiones, por una parte, se plantea la tarea para realizar en el aula y se proporcionan los recursos necesarios para ponerlas en prácticas. Además se les pregunta si han resuelto los problemas en la clase y qué es lo que ha ocurrido. Posteriormente, el formador resuelve el problema de todas las alternativas posibles, y se les muestra, como deben explicarle a sus alumnos cada fase. Por otra parte, al profesorado se le instruye para buscar problemas adecuados, adaptarlos a su grupo (nivel y edad de los alumnos), analizarlos y resolverlos. Para finalmente, confeccionar una batería de problemas, amplia y clara, que pueda tener a su disposición. También se pone énfasis en la actitud del profesor, ya que es fundamental. No debe dar respuestas, sino incitar a su búsqueda. Debe estar atento al modo de trabajo de cada alumno, interviniendo sólo cuando lo considere necesario para abrir un nuevo camino o para desatascar el ya emprendido. Siempre estimulando, proponiendo nuevas preguntas que hagan avanzar el proceso, dando positividad a todas las respuestas pero pidiendo mayor concreción en la argumentación. Debe preparar minuciosamente los problemas que va a presentar, no sólo para conocer todas las respuestas posibles y todos los caminos que conducen a ellas, sino también los posibles errores que se puedan cometer y las vías que puede proponer para encarrilar el proceso.

Las sesiones formativas y el desarrollo de la actividad en el aula están apoyados por una plataforma educativa Moodle, donde se resuelven las dudas y se ofertan nuevos problemas y actividades para reforzar y evaluar el trabajo en el aula. Además disponen de un curso preparatorio, en el que se les facilitan videos de cómo llevar a cabo las fases y estrategias del proceso en el aula.

Una ventaja del proyecto es que el profesorado va creciendo con el alumnado, ya que el primer año, se imparten tres acciones formativas por trimestre. En cambio, en el segundo año, esta formación es menos frecuente y el trabajo comienza a ser más autónomo. Y en el tercer año del proyecto esta autonomía es más clara, ya que la formación se hace una vez por trimestre, donde se les facilitan 10 problemas por trimestre con mayor nivel de dificultad a medida que avanza el curso.

Al profesorado se le pide que una vez a la semana dedique una sesión de Matemáticas a la resolución de problemas, siguiendo la metodología trabajada en las acciones formativas. De este modo, aunque no se trabaje en todas las sesiones de matemáticas la resolución de problemas, la metodología del proyecto si se ve reflejada en el resto de sesiones, debido a que se desarrollan habilidades, tales como, trabajo en equipo, participación, habilidades comunicativas, etc.

Evaluación de la acción formativa

Instrumentos

Las pruebas que se han empleado para obtener información sobre la valoración del profesorado, los procesos de resolución de problemas y la adaptación escolar, son las siguientes:

Para la *Valoración del Proyecto Newton* por parte del profesorado que recibe la acción formativa se emplea una escala tipo likert (1, muy bajo; 2, bajo; 3, alto; 4 muy alto), que recoge el grado de interés y el aprovechamiento.

Para el *registro de los Procesos en la Resolución de Problemas por el Alunando*, se les presenta un problema que deben resolver dejando el rastro de cómo han realizado el problema, para ello se le hacían pregunta como: ¿Cuáles son los datos que me dan?, ¿Cuál de estas tres formas (modelización, ensayo y error y organización de la información) crees que puede ayudarte para resolver el problema? ¿Por qué has elegido esa forma?... Una vez recogido los ejercicios, se registra la constatación o no (SI = 1) o (No = 0); tanto aspectos generales como de las fases de la resolución de problemas: comprender, pensar, ejecutar y responder.

Para la evaluación de la adaptación escolar se emplea, el *Test Autoevaluativo Multifactorial de Adaptación Infantil (TAMAI)*. El TAMAI (Hernández, 1983) consta de 175 proposiciones con las que se evalúa la Inadaptación Personal, Social, Escolar, Familiar y Actitudes Educadoras de los padres. Sin embargo, para la investigación solo se emplea la escala de adaptación escolar compuesta por 20 ítems en negativo y 11 en positivo. Conformada por un lado por la aversión a la instrucción (actitud y comportamiento negativo hacia el aprendizaje). Este lo constituyen los siguientes factores: hipolaboriosidad (baja aplicación y rendimiento), hipomotivación (baja motivación o interés por los contenidos escolares) y la aversión al profesorado (actitud negativa hacia los profesores en general). Por otro lado, la indisciplina (mal comportamiento en clase). En adelante, se citaran estos factores en positivo: adaptación escolar, actitud hacia la instrucción, laboriosidad, motivación, actitud hacia el profesorado y disciplina.

Diseño

Para analizar la satisfacción del profesorado con la acción formativa se realiza un diseño descriptivo.

Para analizar el impacto de la acción formativa en los procesos de resolución de problemas y en la adaptación escolar del alumnado, se lleva a cabo un estudio transversal, ya que la valoración se hace en un único momento temporal. El diseño es cuasiexperimental, debido a que no se pueden asignar aleatoriamente los participantes a las condiciones experimentales. Se han seleccionado cinco grupos experimentales que se dividen en consolidado

(centro que lleva recibiendo la acción formativa durante cuatro años), casi consolidado (tres colegios que llevan dos y tres años en el proyecto) y nueva incorporación (se inició este año en la formación). Con ello, se realiza una comparación con los resultados del colegio más experimentado con el proyecto y los colegios que llevan menos tiempo en el. Además, se realiza un contraste con un grupo control, donde no se ha llevado a cabo la acción formativa. Estos análisis se realizan tanto para la evaluación de los procesos de resolución de problemas como para la valoración de la adaptación escolar. Por lo tanto, cabe destacar que la variable independiente es el grupo al que se pertenece (consolidado, casi-consolidado, nueva incorporación y control) y las variables dependientes respecto al proceso de resolución de problemas son: aspectos generales, comprender, pensar, ejecutar, responder y el total de los procesos. En cuanto a la adaptación escolar son: la actitud hacia la instrucción, la laboriosidad, la motivación, la actitud hacia el profesorado, la disciplina y la adaptación escolar.

Procedimiento.

Antes de pasar las pruebas, se visionaron los videos del curso de autoformación del Proyecto Newton. Además, se observó como el formador impartía una acción formativa, la cual duró 3 horas.

En cuanto a la evaluación cuantitativa, destacar que se realizó en tres semanas desde el 25 de abril hasta el 9 de mayo. Para ello, se le pide colaboración al profesorado para realizar el paso de las pruebas en unas condiciones óptimas. Primero, separaron las mesas, a continuación se les explicó en qué consistía la tarea que tenían que realizar: en primer lugar el problema y en segundo lugar responder al cuestionario de Adaptación Escolar.

Análisis de datos

Para estudiar la evaluación que realizan los profesores respecto a la puesta en marcha de la acción formativa, se hará un análisis de frecuencias del interés y del aprovechamiento de esta.

Para analizar el efecto de la acción formativa en el alumnado se realiza un contraste de medias entre los grupos experimentales y el grupo control, con un Análisis de Varianzas (ANOVA), tanto para los procesos de resolución de problemas como para la adaptación escolar.

Todos estos análisis se llevan a cabo con el programa estadístico SPSS22.

Resultados

Valoración del profesorado

El 100 por ciento del profesorado valora como alto (50 %) o muy alto (50 %) el grado de interés de la acción formativa. En el nivel de aprovechamiento se observan los siguiente porcentajes, 50% alto, 25% muy alto y 25% bajo (ver figura 2).

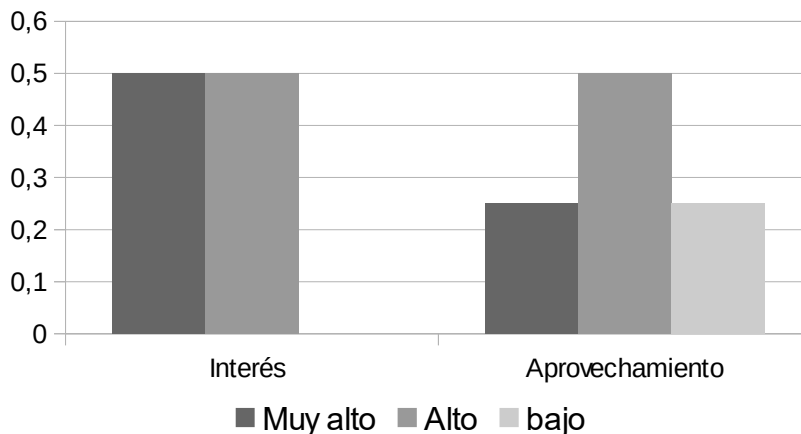


Figura 2: Grado de interés y aprovechamiento que ha despertado la acción formativa en el profesorado

Efecto de la acción formativa en el alumnado

Procesos implicados en la resolución de problemas

En cuanto al análisis de los procesos de resolución de problemas, se pueden apreciar diferencias significativas entre los grupos en todos los procesos (ver tabla 2 y figura 3). Al observar las medias se comprueba que se da un desarrollo gradual, es decir, la consolidación de los procesos en el alumnado aumenta a medida que el profesorado lleva más tiempo recibiendo la acción formativa.

En relación al total de procesos, se aprecian diferencias significativas ($p < .001$) respecto al grupo control en el grupo experimental consolidado y en el experimental casi consolidado. Además hay diferencias entre el experimental casi consolidado y el experimental consolidado $F(3) = 28.842$ $p \leq .019$. En cambio, esta discrepancia no es tan destacada entre el grupo de nueva incorporación y el control.

En cuanto a los aspectos generales, resaltar que hay diferencias significativas entre los grupos, como se puede apreciar al observar las medias. Las principales discrepancias se observan en el grupo control $F(3) = 24.231$ $p \leq .000$, en relación con el consolidado y el casi-consolidado (ver tabla 3). Sin embargo, no se encuentran diferencias significativas en este proceso entre el grupo control y el experimental de nueva incorporación $F(3) = 24.231$ $p \geq .105$.

Por lo tanto, se puede concluir que cuanto mayor tiempo lleva el profesor participando en el Proyecto, su alumnado tiene más consolidado los aspectos generales de este.

Respecto a la fase de comprender, hay diferencias significativas entre los grupos ($p < .001$). Resaltar que las diferencias entre el experimental consolidado y el casi consolidado, solo se dan en la estrategia "define bien la relación", la cual también es diferente en el control $F(3) = 19.964$ $p \leq .000$. El grupo control además se diferencia del consolidado y el casi consolidado en el

resto de variables $F(3) = 28.174$ $p \leq .000$. Por ello se puede concluir que la fase de comprender depende del tiempo de participación en el proyecto. Además resaltar que la estrategia “define bien la relación”, por ser un proceso más complejo requiere de mayor tiempo de consolidación.

En relación a la fase de pensar, se aprecian diferencias menores que en el resto de procesos $F(3) = 2.941$ $p \leq .033$. Sin embargo las discrepancias siguen la misma dirección, puntuando el grupo consolidado mayor que el control. Estas diferencias solo se establecen entre el grupo control y el experimental consolidado $F(3) = 2.941$ $p \leq .011$.

También, destacar que existen diferencias significativas entre los grupos respecto a la fase de ejecutar. Resaltar que en las variables “diseña un diagrama adecuado a la estrategia”, “es correcto”, “sabe utilizarlo” se establecen discrepancias entre el grupo experimental consolidado y los otros tres grupos, siendo las tres significativas. También remarcar que en esta fase no hay diferencias significativas entre el grupo control y el experimental de nueva incorporación.

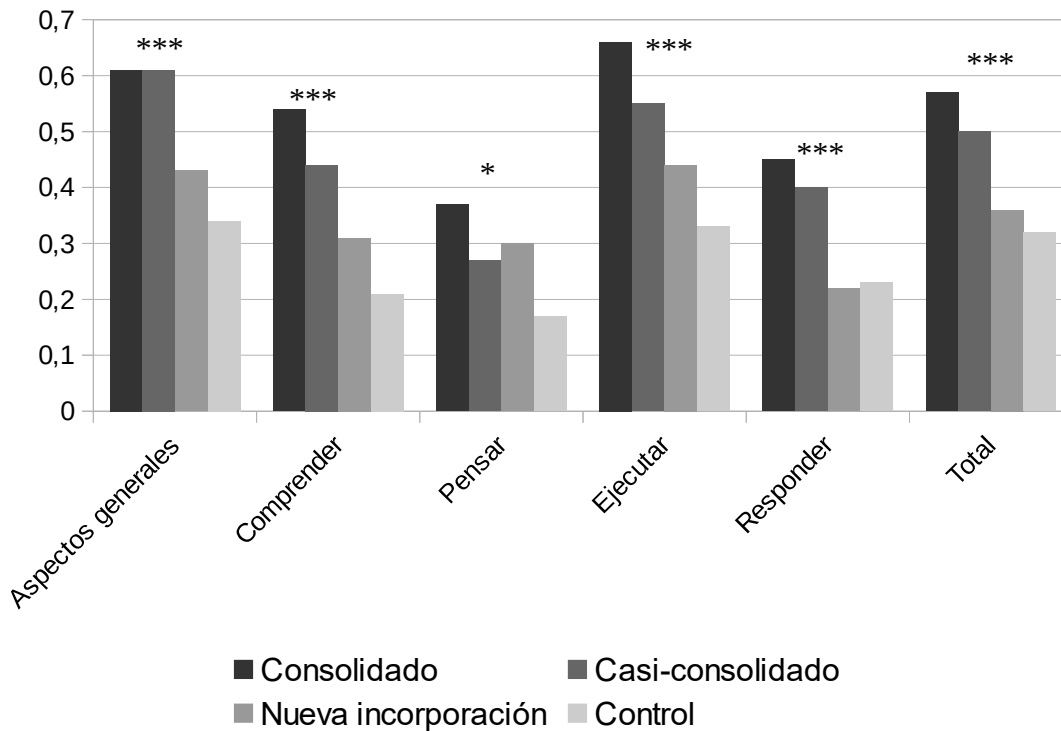
En cuanto a la fase de resultados, el desajuste se produce en el grupo control y el experimental de nueva incorporación respecto al experimental consolidado, en ambos casos $F(3) = 28.842$ $p \leq .000$. Así mismo, resaltar que al comparar el grupo control y el experimental de nueva incorporación no se establecen diferencias $F(3) = 28.842$ $p \geq .989$.

Tabla 2.

Media de los procesos de resolución de problemas.

Fase		Consolidado	Casi-Consolidado	Nueva incorporación	Control	Sig.
Aspectos generales	M	.61	.61	.43	.34	.000***
	DT	(.29)	(.28)	(.28)	(.27)	
Comprender	M	.54	.44	.31	.21	.000***
	DT	(.24)	(.27)	(.25)	(.24)	
Pensar	M	.37	.27	.30	.17	.033*
	DT	(.49)	(.44)	(.46)	(.38)	
Ejecutar	M	.66	.55	.44	.33	.000***
	DT	(.27)	(.24)	(.29)	(.26)	
Responder	M	.45	.40	.22	.23	.000***
	DT	(.32)	(.30)	(.24)	(.22)	
Total	M	.57	.50	.36	.32	.000***
	DT	(.21)	(.19)	(.23)	(.19)	

$p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$ (***)



$p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$ (***)

Figura 3: Medias de los procesos de resolución de problemas.

 colocar tabla 3 aproximadamente aquí

Escala de adaptación escolar.

En cuanto al apartado de adaptación escolar, cabe destacar los siguientes resultados: se encuentran diferencias significativas en todos los factores de adaptación escolar excepto en la actitud hacia el profesor y la motivación, aunque en este si se da una tendencia, en la misma dirección que el resto de factores (ver tabla 4 y figura 4) y . Concretamente en la puntuación global de adaptación escolar se señalan diferencias significativas del grupo control en relación al consolidado y al casi- consolidado, en ambos caso $F(3) = 7.962$ $p \leq .01$. Además no se dan diferencias entre estos dos grupos $F(3) = 7.962$ $p \geq .945$, lo que reafirma que a mayor consolidación de los procesos más adaptación escolar.

Respecto a la actitud hacia la instrucción, remarcar que se dan discrepancias significativas entre los grupos. Concretamente se establecen diferencias entre el grupo control y el grupo experimental consolidado $F(3) = 5.834$ $p \leq .008$, estas diferencias también se dan con el grupo control y el casi consolidado $F(3) = 5.834$ $p \leq .008$ Por el contrario no hay discrepancias entre el control y el de nueva incorporación $F(3) = 5.834$ $p \geq .997$

En cuanto a el factor de laboriosidad hay diferencias significativas entre los grupos $F(3) = 9.922$ $p \leq .000$. Cabe destacar la discrepancia que se establece entre el grupo experimental consolidado y el casi consolidado respecto al control, es decir el grupo consolidado y el casi-consolidado expresan una mayor implicación hacia el estudio que el control.

En relación a la motivación por la escuela no hay diferencias significativas, no obstante, se da una tendencia en la misma dirección que los factores anteriores, es decir a mayor consolidación, mayor motivación.

Respecto a la actitud hacia el profesorado, hay que resaltar que no existen diferencias significativas entre los grupos.

En cuanto a la disciplina se puede observar, que existen diferencias significativas entre los grupos en este factor. Esta discrepancia se da en el grupo experimental de nueva incorporación ($p < .001$) y el control ($p < .001$) en relación con el grupo experimental consolidado. ($p < .001$) Esto también se produce entre el grupo casi consolidado y el control.

Tabla 4

Medias y desviaciones típicas de cada grupo en cada factor de adaptación escolar.

Fase		Consolidado	Casi-Consolidado	Nueva incorporación	Control	Sig.
Adaptación escolar	M	3.03	3.31	5.65	5.48	.000***
	DT	(4.08)	(3.45)	(4.91)	(5.64)	
Actitud hacia la instrucción	M	2.49	2.70	4.30	4.20	.001**
	DT	(3.35)	(2.96)	(3.92)	(4.40)	
Laboriosidad	M	.57	.68	1.33	1.56	.000***
	DT	(1.07)	(1.12)	(1.69)	(1.86)	
Motivación	M	1.60	1.72	1.72	2.22	.062
	DT	(2.04)	(2.14)	(2.14)	(2.39)	
Aptitud hacia el profesorado	M	.32	.30	1.35	.42	.327
	DT	(.84)	(.65)	(.91)	(1.04)	
Disciplina	M	.53	.62	1.35	1.28	.000***
	DT	(.98)	(1.08)	(1.65)	(1.70)	

$p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$ (***)

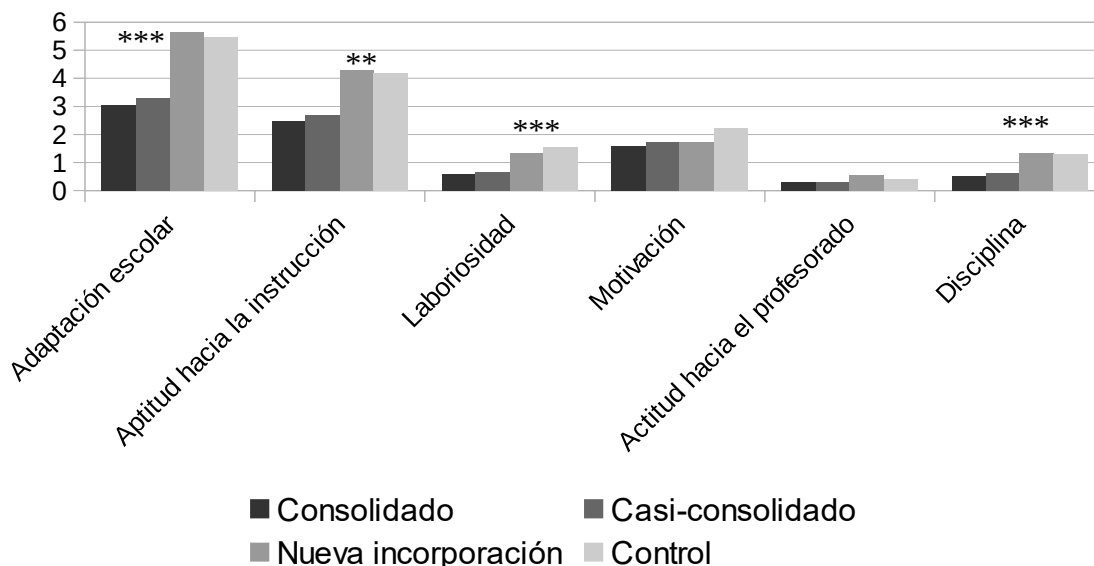


Figura 4: Medidas de la adaptación escolar

$p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$ (***)

Discusión y conclusiones

Los resultados confirman la eficacia 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. Además, se aprecian mejoras significativas en los procesos de resolución de problemas y en la adaptación escolar dependiendo del grado de consolidación del centro con el Proyecto.

En cuanto a la *valoración de la acción formativa por el profesorado*, cabe destacar el alto consenso en considerar ésta con un alto y muy alto nivel de interés y aprovechamiento, lo cual reafirma los resultados obtenidos en el informe ejecutivo, Consejo Escolar de Canarias (2015). Cabe hacer una distinción entre el interés y el aprovechamiento porque aunque el 100% del profesorado destaca que la acción formativa les ha despertado un interés entre alto y muy alto y el aprovechamiento lo estiman alto y muy alto un 75%, este último requiere de otras variables como mayor exigencia, oportunidad de llevarlo a la práctica, tiempo... A esto añadir que el 25% que lo puntúa como bajo, son profesores no tutores, los cuales tienen menos oportunidad de llevarlo a la práctica.

En relación a la *evaluación del efecto de la acción formativa en el alumnado*, se estudia la adquisición de los procesos implicados en la resolución de problemas de un grupo cuyo profesorado ha recibido la acción formativa durante cuatro años (experimental consolidado), uno casi-consolidado, ya que participan en el Proyecto desde hace 2 y 3 años, otro de nueva incorporación y un grupo que no la ha recibido formación. Resaltar que no existen diferencias significativas entre el grupo experimental consolidado y el grupo casi consolidado, en la adquisición de las fases de resolución de problema, excepto en la fase de ejecución. Concretamente, en las estrategias siguientes: “diseña un diagrama adecuado a la estrategia”, “es correcto” y “sabe utilizarlo”. Por el

contrario si que se observan discrepancias relevantes entre el grupo control y el experimental consolidado. En todas las fases el grupo control puntúa por debajo del grupo experimental, menos en la estrategia “ utiliza conocimientos matemáticos adecuadamente” que ambos grupos puntúan igual, tienen consolidado este proceso el 72% de los alumnos en los dos casos. Esto confirma los estudios de Hegarty et al., 1995; Neshet y Teubal, 1975; Verschaffel, De Corte y Pauwels, 1992, donde se observa que muchos alumnos/as presentan dificultades para resolver problemas, a pesar de no presentar dificultades para ejecutar las operaciones aritméticas implicadas en el. Esta discrepancia entre la ejecución de operaciones y la resolución de problemas puede ser debida a las dificultades para comprender el problema porque aunque el 72% hace bien las operaciones matemáticas, solo un 20% comprende el problema, de los cuales, el 18% encuentra la respuesta correcta al problema. Además destacar que a pesar de que los grupos cuyo profesorado lleva más tiempo implicado en el Proyecto tienen mejores resultados que el grupo control, se encuentran diferencias dentro del mismo grupo en la resolución de los procesos más simples y los más complejos. Por ejemplo, en la fase de pensar del grupo control la realiza correctamente el 17%, superándole el experimental consolidado al responder el 37%. Sin embargo, dentro del propio grupo experimental consolidado, esta es la fase menos consolidada, ya que por ejemplo la fase de ejecutar la efectúa de forma adecuada el 66%. Estas diferencias dentro del grupo experimental también se observan en estrategias como: “expresa por escrito las justificaciones de sus decisiones”, “define bien la relación” o “comprueba la solución” que requieren de mayor práctica. Para las próximas acciones formativas sería interesante enfatizar en estas estrategias, pues, es en ellas donde se encuentran las mayores dificultades. Esto reafirma el estudio de Vicente, Dooren y Verschaffel (2008) que resalta la dificultad del alumno en la comprensión del problema, ya que una vez han elegido la operación a realizar, tienden a aplicarla automáticamente y el resultado obtenido entienden que es la respuesta al problema, sin verificar que tiene sentido en relación a la pregunta del problema.

En relación a la adaptación escolar, destacar que se da una tendencia a estar más adaptado en este ámbito a medida que llevan mayor tiempo en el proyecto. Por ello, el grupo experimental consolidado es el que presenta mayor adaptación, le sigue el experimental casi consolidado, luego el experimental de nueva incorporación y por último el grupo control, a pesar de que no se dan diferencias significativas entre estos dos últimos. Las principales diferencias entre los grupos se encuentran en el factor de disciplina y laboriosidad. Además en la motivación, hay una tendencia en esta misma dirección, es decir cuanto más tiempo lleva el profesorado participando en la acción formativa, mayor consolidación de los procesos y mayor disciplina, laboriosidad y motivación. Lo cual confirma el estudio de Entwistle (1998) “el aprendizaje significativo requiere una actividad cognitiva compleja - seleccionar esquemas de conocimiento previos pertinentes, aplicarlos a la nueva situación, revisarlos y modificarlos, proceder a su reestructuración, al establecimiento de nuevas relaciones, evaluar su adecuación, etc, para la cual el alumno debe estar suficientemente motivado. No hay que olvidar, por lo tanto, que si bien es más útil, gratificante y funcional, requiere mayor esfuerzo y que en ocasiones las experiencias educativas previas de los alumnos les han mostrado que resulta suficiente un enfoque superficial”. Este estudio resume los resultados de

nuestra investigación, ya que el “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida” hace hincapié en el aprendizaje significativo, el cual necesita más tiempo para consolidarse pero incrementa la motivación del alumnado.

En esta línea, para futuras investigaciones sería de interés profundizar en las acciones formativas y en el aula la expresión escrita, las estrategias de definición de la relación y comprobar la solución. Además, se recomienda realizar una evaluación pre-test de los procesos. Con el fin de incrementar la validez de los resultados de la investigación, pues el grupo control aunque es útil porque no recibe la acción formativa puede tener características diferentes al grupo experimental que pueden interferir en el resultado.

Reconocimiento

El presente estudio se realiza en el marco del Acuerdo de Colaboración entre el Consejo Escolar de Canarias y el tutor y la alumna de este Trabajo Final de Grado.

Referencias

- Ausubel, D.P. (1976). *Psicología educativa: Un punto de vista cognitivo*. Méjico: Trillas {V.O.: Educational psychology. A cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968}.
- Alsop, J. (2005). A comparison of constructivist and traditional instruction in mathematics. *Educational Research Quarterly*, 28 (4), 3.
- Consejo Escolar de Canarias (2015). *Proyecto Newton "Matemáticas para la vida": Una vía para el aprendizaje significativo de las matemáticas*. [Elaboración técnica: Ramón Aciego de Mendoza, José Eladio Ramos Cáceres, Guacimara Pérez Cartaya, María Dolores Berriel Martínez y José Joaquín Ayala Chinae]. La Laguna: Consejo Escolar de Canarias. - Gobierno de Canarias (ISBN: 978-84-608-3133-4) http://www.consejoescolardec Canarias.org/wpcontent/uploads/2015/10/DOCUMENTO_EJECUTIVO_PROYECTO_NEWTON_2015.pdf
- Coll, C., & Solé, I. (1989). Aprendizaje significativo y ayuda pedagógica. *Cuadernos de pedagogía*, 168 (4).
- Curso de autoformación del proyecto Newton. (2015). [video] Habilitado en https://www.youtube.com/watch?v=dlqBwXOhm24&feature=youtu.be&list=PLU-KcnKiTqeJW3_MgkCwdSXzNIPN9XLtL
- Entwistle, N (1998). La comprensión del aprendizaje en el aula. Paídos/MEC:Madrid.
- Evaluación general de diagnóstico 2009. Educación Primaria. Cuarto curso. Informe de resultados*. Recuperado de <https://www.mecd.gob.es/inee/publicaciones/evaluacion-diagnostico.html>.
- Font, V. (1994). Motivación y dificultades de aprendizaje en matemáticas. *Suma*, 010-016
- Gaigher, E., Rogan, J. M., & Braun, M. W. H. (2007). Exploring the Development of Conceptual Understanding through Structured Problem-solving in Physics. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1089-1110.
- Lester, F. K., Garofalo, J., & Kroll, D. L. (1989). Self-confidence, interest, beliefs, and metacognition: Key influences on problem-solving behavior. In *Affect and mathematical problem solving* (pp. 75-88). Springer New York.
- Gobierno de Canarias.org. Educación. Consejería de Educación y Universidades. Gobierno de Canarias. Recuperado de: <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/>
- 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.
- Hernández, P. (1983). Test Autoevaluativo Multifactorial de Adaptación Infantil. *TAMAI*. Manual. TEA Ediciones. Madrid.
- Jiménez, L. y Verschaffel, L. (2014). El desarrollo de las soluciones infantiles en la resolución de problemas aritméticos no estándar. *Revista Psicodidáctica*, 19(1), pp.93-123. Recuperado de www.ehu.es/revista-psicodidactica.
- Littlefield, J., & Rieser, J. J. (1993). Semantic features of similarity and children's strategies for identifying relevant information in mathematical story problems. *Cognition and Instruction*, 11 (2), 133-188.

- Montero, I y León O.G (2002). Clasificación y descripción de las metodologías de investigación en Psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 2 (3), pp 503-508
- Montero, I y León, O.G (2007) Guía para nombrar los estudios de investigación en Psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 7 (3), pp 847-862
- Nesher, P., & Teubal, E. (1975). Verbal cues as an interfering factor in verbal problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 6 (1), 41-51.
- OCDE (2014). Resolución de problemas de la vida real. Resultados de Matemáticas y Lectura por ordenador. PISA 2012. Informe Español – Versión preliminar. www.mecd.gob.es/inee.
- PISA (2003). Programa para la evaluación internacional de los alumnos. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/>.
- Pólya, G Pólya, G. (1945; 2nd edition, 1957). *How to solve it*. Princeton University Press
- Póyal, D. K. (1954). *Mathematics and plausible reasoning* (Volume 1 Induction and analogy in mathematics; Volume 2, Patterns of plausible inference)
- Pugalee, D. K. (2001). Writing, mathematics, and metacognition: Looking for connections through students' work in mathematical problem solving. *School Science and Mathematics*, 101(5), 236-245.
- Orrantia, J.; González, L. B. y Vicente, S. (2005). Un análisis de los problemas aritméticos en los libros de texto de Educación Primaria. *Infancia Y Aprendizaje*, 28(4)
- Rupérez, J.A., y García-Déniz, M. (2006). Club Matemático. Problemas Comentados (XVI). NÚMEROS. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 65, 1-7.
- Romero, L. R. (2004). Evaluación de competencias matemáticas: proyecto PISA/OCDE 2003. In *Investigación en educación matemática: Octavo Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM): A Coruña, 9-11 septiembre 2004* (pp. 89-102). Servicio de Publicaciones.
- Rupérez, J.A., y García-Déniz, M. (2012b). *Educación primaria: problemas, estrategias y competencias: (problemas comentados XXXII)*. NÚMEROS. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 81,77-90.
- Saldarriaga, J. (2012). *Modelos didácticos para la enseñanza de las matemáticas básicas*. Universidad Nacional de Colombia.
- Scandura, J. M., & Wells, J. N. (1967). Advance organizers in learning abstract mathematics. *American Educational Research Journal*, 295-301.
- Solaz-Portolés, J. J. y Caballer, A. (2015). Contexto, estructura y analogías en la resolución de problemas verbales algebraicos por maestros de primaria en formación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17(3), 94-108. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol17no3/contenido-solaz-caballer.html>
- Sowder, L. (1988). Children's solutions of story problems. *The Journal of Mathematical Behavior*.
- Urdiain, I. E. (2006). *Matemáticas resolución de problemas*. Navarra: Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra.
- 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(1), 85.

Vicente, S., Dooren, W. V., y Verschaffel L. (2008). Utilizar las matemáticas para resolver problemas reales. *Cultura y Educación*, 20 (4), 391-406.

Tabla 3.

Media de los procesos de resolución de problemas.

Fase		Consolidado	Casi-Consolidado	Nueva incorporación	Control	Sig.
ASPECTOS GENERALES	M	.61	.61	.43	.34	.000***
	DT	(.29)	(.28)	(.28)	(.27)	
Cumplimenta los cuatro pasos del proceso en el orden correcto	M	.89	.88	.69	.72	.003**
	DT	(.309)	(.330)	(.408)	(.452)	
Encuentra la respuesta correcta	M	.57	.59	.25	.18	.000***
	DT	(.499)	(.494)	(.439)	(.386)	
Expresa por escrito de forma clara coherente y secuenciada, las justificaciones de sus decisiones	M	.38	.36	.25	.12	.000***
	DT	(.489)	(.482)	(.439)	(.331)	
COMPRENDER	M	.54	.44	.31	.21	.000***
	DT	(.24)	(.27)	(.25)	(.24)	
Localiza y clasifica los datos y el objetivo	M	.80	.79	.63	.39	.000***
	DT	(.401)	(.408)	(.485)	.491	
Define bien la relación	M	.09	.20	.06	.02	.000***
	DT	(.291)	(.397)	(.246)	(.149)	
Indica ya algún tipo de diagrama	M	.71	.34	.24	.21	.000***
	DT	(.457)	(.474)	(.429)	(.412)	
PENSAR	M	.37	.27	.30	.17	.033*
	DT	(.49)	(.44)	(.46)	(.38)	
Justifica adecuadamente su estrategia	M	.37	.27	.30	.17	.033*
	DT	(.486)	(.443)	(.463)	(.376)	
EJECUTAR	M	.66	.55	.44	.33	.000***
	DT	(.27)	(.24)	(.29)	(.26)	
Diseña un diagrama adecuado a la estrategia	M	.34	.10	.13	.07	.000***
	DT	(.478)	(.301)	(.336)	(.252)	
Es correcto	M	.49	.26	.16	.13	.000***
	DT	(.503)	(.441)	(.368)	(.343)	

Sabe utilizarlo	M	.53	.30	.19	.17	.000***
	DT	(.503)	(.461)	(.396)	(.376)	
Utiliza conocimientos matemáticos adecuadamente	M	.72	.86	.62	.72	.000***
	DT	(.450)	(.351)	(.490)	(.452)	
Es organizado	M	.92	.89	.81	.73	.001***
	DT	(.271)	(.313)	(.396)	(.446)	
Llega a una solución	M	.95	.90	.71	.73	.000***
	DT	(.225)	(.294)	(.455)	(.446)	
RESPONDER	M	.45	.40	.22	.23	.000***
	DT	(.32)	(.30)	(.24)	(.22)	
Comprueba la solución.	M	.20	.10	.05	.00	.000***
	DT	(.401)	(.307)	(.215)	(.000)	
Hace un análisis de la solución con respecto al contexto	M	.43	.40	.21	.31	.014*
	DT	(.499)	(.491)	(.408)	(.467)	
Elabora la respuesta	M	.71	.69	.40	.37	.000***
	DT	(.457)	(.465)	(.493)	(.486)	

$p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$ (***)