

## Evaluación Proyecto Newton “Matemáticas para la vida” en Educación Secundaria Obligatoria

Sibisse Machado<sup>1</sup>, Ramón Aciego<sup>1</sup>, Manuel García Déniz<sup>2</sup> y Domingo García Quintero<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad de La Laguna

<sup>2</sup>Sociedad Canaria Isaac Newton de Profesores de Matemáticas

<sup>3</sup>Consejería de Educación del Gobierno de Canarias.

España

*Fecha de recepción: 28 de agosto de 2017*

*Fecha de aceptación: 9 de octubre de 2018*

---

### Resumen

Se evalúa el efecto de una acción formativa con el profesorado en el desarrollo de la competencia matemática de su alumnado en seis centros de Educación Secundaria (Tenerife, España). Se realizan dos estudios quasi-experimentales con grupo control. En el Estudio 1, se evalúa al alumnado de 1º y 2º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) siendo el tamaño del grupo experimental (N = 96) y del grupo control (N = 85). En este estudio el grupo experimental se divide en dos subgrupos en función del tiempo que lleva el centro implicado en el proyecto. En el Estudio 2 se evalúa al alumnado de 3º y 4º de la ESO siendo el tamaño del grupo experimental (N = 81) y del grupo control (N = 48). Los resultados reflejan mejoras significativas en el alumnado participante en la consolidación de varios de los procesos de resolución de problemas, mientras que no se constata su efecto en la adaptación escolar.

### Palabras clave

Resolución de problemas, adaptación escolar, Educación Secundaria Obligatoria.

---

### Title

Evaluation of Newton Project “Maths for life” in Lower Secondary

### Abstract

The effect of training with teachers in developing mathematical competence in their students is evaluated in six Secondary Schools (Tenerife, Spain). Two quasi-experimental studies with a control group were developed. In the Study 1, the 1º and 2º Lower Secondary students were evaluated with an experimental group (sample size N=96) and a control group (sample size N=85). In this study the experimental group was divided in two different groups depending on the time involved in the project. In the Study 2, the 3º and 4º Lower Secondary students were evaluated with an experimental group (sample size N=81) and a control group (sample size N=48). The results show significant improvements in the consolidation in some of the processes of problem solving, while in the school adjustment no significant differences were found.

### Keywords

Problem solving, school adjustment, Lower Secondary.

---

## 1. Introducción

Según apunta el Programme for International Student Assessment (PISA) en su informe del 2012, la competencia matemática es “La capacidad personal para formular, emplear e interpretar las



matemáticas en distintos contextos. Incluye el razonamiento matemático y la utilización de conceptos, procedimientos, datos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir fenómenos. Ayuda a las personas a reconocer el papel que las matemáticas desempeñan en el mundo y a emitir los juicios y las decisiones bien fundadas que necesitan los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos”.

A su vez, la competencia matemática es una capacidad que se relaciona con el éxito en la educación futura, la vida cotidiana y el trabajo, ya que permite al individuo participar de manera eficaz en la sociedad (Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS, 2011).

Según se concibe en el Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS, 2015) se entiende que la competencia matemática está compuesta por tres dominios o procesos cognitivos: conocer, aplicar y razonar. Dichos dominios a su vez se dividen en habilidades y destrezas entre las cuales se destacan: reconocer números; llevar a cabo procedimientos algorítmicos para sumar, restar, multiplicar y/o dividir; determinar operaciones y estrategias apropiadas para resolver problemas; determinar relaciones entre los números; o evaluar las estrategias y soluciones alternativas de resolución de problemas.

Tal y como muestra el Decreto 83/2016, de 4 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Canarias (Boletín Oficial de Canarias, 2016) las matemáticas en Educación Secundaria Obligatoria (ESO) tienen como finalidad el desarrollo del razonamiento lógico-matemático comenzado en Educación Primaria, alcanzando para ello mayores niveles de abstracción. Se recalca, además, la necesidad de adquisición de siete competencias claves, siendo una de ellas la competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología. Se considera que estas competencias son necesarias para alcanzar un buen desarrollo tanto a nivel personal, social como profesional, a la vez que favorecen los procesos de aprendizaje, motivación por aprender y transferencia a nuevas situaciones de la vida real. Los contenidos a tratar en matemáticas por el alumnado de ESO se agrupan en cinco bloques en los cuales deben desarrollar habilidades como la resolución de problemas, realización de críticas sobre las soluciones ofrecidas por los demás, expresión verbal de procesos y resultados, reconocimiento de relaciones, utilización de lenguaje matemático y trabajo en equipo, entre otras.

Por otro lado, según apunta el Informe Español del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA, 2015) Canarias es la comunidad autónoma española con peores datos en rendimiento matemático, obteniendo una puntuación media estimada de 452 puntos frente a los 486 puntos del Estado y 490 puntos de media de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Diferencias estas estadísticamente significativas al considerar los errores de estimación. A pesar de ello, se observa una tendencia al ascenso en el rendimiento matemático.

Según apunta Mayer (2010) para resolver problemas el alumnado debe poner en marcha cuatro grandes procesos cognitivos. Estos procesos son: traducción del problema, integración del problema, planificación y supervisión de la solución, y ejecución de la solución.

Primeramente, el alumno o alumna debe comprender de qué trata el problema y traducir el enunciado en una representación interna. Para ello se necesita conocimiento lingüístico y conocimiento fáctico (relativo al mundo). Los resultados obtenidos en la investigación de Gómez-Ferragud, Solaz-Portolés y Sanjosé (2013) apuntan a que la alta familiaridad es una característica importante en la resolución de problemas. Lo cual muestra la necesidad de redactar los problemas de modo que se conecte con el conocimiento previo del alumnado (conocimiento fáctico) y sus centros de interés. Por otro lado, Lesh y English (2013) afirman que se deben tener en cuenta dos aspectos para la instrucción en matemáticas desde primaria: uno de ellos es que el alumnado encuentre el sentido del

problema conectándolo con sus propias experiencias y, por otro lado, se debe saber que existen diferentes maneras de resolver un problema teniendo ellos en sus manos la decisión de qué alternativa elegir.

Otro de los procesos que debe poner en marcha el alumnado es la integración del problema, lo que supone unir los enunciados formando una representación mental denominada “modelo situacional”. Para ello se debe disponer del conocimiento esquemático (conocimiento sobre los tipos de problemas). En esta línea se ha encontrado que el alumnado posee esquemas para los tipos de problemas más frecuentes (Mayer, 1982). En estudios realizados con alumnado de Secundaria se encontró que la instrucción basada en transferencia analógica y problemas isomorfos (problemas de igual estructura, pero superficialmente diferentes), a pesar de resultar exitosa, dificulta la abstracción de esquemas de problemas más completos (Gómez-Ferragud, Solaz-Portolés y Sanjosé, 2013).

Para evitar dichas dificultades se debe animar al alumnado a determinar cuál es la información relevante del problema y dónde se localiza en el enunciado, fomentando a su vez la localización de la información irrelevante para que posteriormente se ignore (Gómez-Ferragud, Solaz-Portolés y Sanjosé, 2013). De este modo el alumnado debe extraer las variables relevantes del problema y establecer una relación entre ellas.

Seguidamente se debe planificar la solución, lo cual requiere poseer conocimiento estratégico que ayude al alumnado a planificar la posible solución, y conocimiento metacognitivo para supervisar el proceso de resolución seleccionado. Pólya (1945, 1954) afirma que uno de los principales logros en la resolución de un problema es concebir la idea de un plan y, consecuentemente desarrollar los procesos relacionados con la resolución de problemas: comprender, pensar, ejecutar y responder.

Por otra parte, Schoenfeld (1979, 1985, 2010) concluye que es posible ayudar a mejorar el diseño de estrategias para resolver problemas matemáticos. Propone tener en cuenta los objetivos que la persona desea lograr, el conocimiento del individuo y sus recursos, las creencias y orientaciones del individuo sobre sí mismo y sobre su ejecución (que pueden influir en la manera en la que planifican el método para llegar a la solución del problema) y, finalmente, el mecanismo de toma de decisiones del individuo.

Por último, se procede a ejecutar el plan para llegar a la solución. En este paso el alumno o alumna debe dominar las reglas matemáticas y recurrir a su conocimiento procedimental para saber cómo ejecutar procedimientos como la suma, la resta, la multiplicación o la división.

En el Proyecto Newton (Consejo Escolar de Canarias, 2015) se concibe la resolución de problemas según las cuatro fases de Pólya y Schoenfeld: comprender, pensar, ejecutar y resolver. Tal y como proponen los autores Pólya y Schoenfeld, en la *fase de comprender*, el alumnado debe buscar los datos (información conocida, invariante y objetiva), determinar el objetivo del problema (información que se debe buscar) y establecer relaciones entre ambos. En esta primera fase también el alumnado puede realizar una representación gráfica en forma de diagrama que contenga toda la información de la que dispone. Seguidamente, se debe pasar a la *fase de pensar* en la cual se elige una estrategia entre tres básicas (modelización, ensayo y error y organización de la información), cuatro específicas (buscar patrones, eliminar, ir hacia atrás y generalizar) o dos auxiliares (simplificar y analogía) para resolver el problema. A continuación, en la *fase de ejecutar* el alumnado realiza las acciones que la propia estrategia le indica, lo cual implica diseñar o recuperar un diagrama y llegar a una solución. Por último, en la *fase de responder* se debe hacer una comprobación de la respuesta y analizar el tipo de solución a la cual se ha llegado para luego elaborar una respuesta (solución comprobada y analizada, redactada en los términos del problema).



Estas cuatro fases (comprender, pensar, ejecutar y responder) equivaldrían según lo anteriormente expuesto a las fases propuestas por Mayer (2010) de traducción e integración del problema, planificación, ejecución de la solución y supervisión de la solución, respectivamente.

Con motivo de los resultados obtenidos en las pruebas externas donde Canarias se situaba por debajo de la media del Estado y de la OCDE (TIMSS, 2011; PISA, 2012; PISA, 2015) y teniendo en cuenta los hallazgos de investigaciones y propuestas de innovación educativa realizadas por diversos autores en la materia de instrucción en matemática surge el “Proyecto Newton: Matemáticas para la Vida” de la mano del Consejo Escolar de Canarias y la Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas “Isaac Newton” (Consejo Escolar de Canarias, 2015).

Con anterioridad, la evaluación de este Proyecto se ha centrado mayoritariamente en Primaria (Consejo Escolar de Canarias, 2015; López, Aciego, García-Déniz, García-Quintero y Ramos, 2017; Zamora, Aciego, Martín-Adrián y Ramos, 2017). Pero no se contaba con información y evaluación sobre su efecto en Educación Secundaria, laguna que se trata de cubrir con este trabajo. Concretamente, los objetivos de esta investigación son:

- Evaluar el Proyecto Newton en Educación Secundaria
  - Valorar su efecto en la resolución de problemas y,
  - En la adaptación escolar del alumnado cuyo profesorado participa en el Proyecto.
- Además, evaluar su efecto teniendo en cuenta el tiempo de participación en el Proyecto.

## 2. Método

### 2.1. Participantes

Los docentes y el alumnado que participan en el Proyecto pertenecen a cinco centros de la isla de Tenerife y uno de la isla de El Hierro. Todos los centros, tanto del grupo experimental como del grupo control, son públicos y poseen un nivel socioeconómico similar.

#### 2.1.1. Estudio 1: 1º y 2º de Educación Secundaria Obligatoria

Para la evaluación del Proyecto en 1º y 2º de Educación Secundaria Obligatoria (ver tabla 1) se ha contado con la participación de tres centros con un tamaño total de muestra de 181 sujetos con edades comprendidas entre los 12 y 16 años. En concreto en nuestro estudio interviene un centro con dos años de participación en el Proyecto (grupo experimental 1 consolidado) y un centro de nueva incorporación (grupo experimental 2 nueva incorporación). Por otra parte, se cuenta con un grupo control formado por un centro ajeno al Proyecto y cuyo tamaño total de muestra es de 85 sujetos.

Grupo	Nº Alumnos Evaluados	Nº por curso	
<b>Experimental 1 consolidado</b>	60	1º ESO	31
		2º ESO	29
<b>Experimental 2 nueva incorporación</b>	36	1º ESO	20
		2º ESO	16
<b>Control</b>	85	1º ESO	38
		2º ESO	47

Tabla 1. Número de alumnos evaluados por grupo y curso (Estudio 1)

### 2.1.1. Estudio 2: 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria

Por otro lado, para evaluar los efectos de la acción formativa en los alumnos de 3º y 4º de ESO (ver tabla 2), se ha contado con la participación de tres centros de Educación Secundaria Obligatoria con un tamaño total de muestra de 129 sujetos con edades comprendidas entre los 14 y 18 años. En este estudio la muestra estuvo compuesta por un centro participante en el Proyecto (grupo experimental) y un centro ajeno al Proyecto (grupo control) cuyo tamaño total de muestra es de 48 sujetos.

Grupo	Nº Alumnos Evaluados	Nº por curso	
Experimental	81	3º ESO	60
		4º ESO	21
Control	48	3º ESO	31
		4º ESO	17

Tabla 2. Número de alumnos evaluados por grupo y curso (Estudio 2)

### 2.2. Descripción de la acción formativa

Se da la peculiaridad, en esta edición objeto del estudio, de que aproximadamente el 60% de profesores matriculados en la acción formativa pertenecen al nivel de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

Si bien la acción formativa se comenzó a realizar a partir del año 2012, la población objeto del presente estudio corresponde al curso 2015 – 2016.

Para la descripción de las acciones formativas se parte del Informe Ejecutivo 2012 – 2015 del Proyecto Newton (Consejo Escolar de Canarias, 2015), la experiencia recogida gracias a la observación de una acción formativa y la información recabada en la entrevista con el formador de docentes encargado de impartir los contenidos de Resolución de Problemas.



Figura 1. Fases de la resolución de problemas (Pólya y Schoenfeld)

En el “Proyecto Newton: Matemáticas para la vida” se llevan a cabo dos tipos de acciones formativas. Una dirigida a Educación Infantil y a 1º y 2º de Educación Primaria, donde se trabaja el cálculo mental utilizando material tangible como las regletas. Y otra dirigida al alumnado de 3º a 6º de Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria, en las cuales se trabaja la Resolución de problemas siguiendo las cuatro fases de Pólya (1945, 1954) y Schoenfeld (1979,1985, 2010) (ver figura 1) anteriormente explicadas.

El objetivo de la acción formativa es el dominio práctico de los contenidos. La dinámica utilizada para las sesiones formativas consiste, por una parte, en la presentación de varios problemas para que el profesorado pueda trabajarlos con la clase (Rupérez y García-Déniz, 2006, 2012a, 2012b). Estos problemas se resuelven con el formador de los docentes en la pizarra de todas las maneras posibles, haciendo especial hincapié en cómo se debe dinamizar cada una de las fases con el alumnado. Asimismo, se van solventando las dudas que puedan suscitarse. En este momento el profesorado debe asumir el rol de alumnado, enfrentándose a diversos problemas que deberá resolver siguiendo la metodología del Proyecto para, finalmente, llevar al aula lo aprendido en la sesión formativa. Por otra parte, el profesorado narra su propia experiencia sobre la resolución de problemas, exponiendo las dificultades que se ha encontrado en la implantación de la metodología en el aula y se resuelven las dudas que se hayan podido generar por parte del formador de los docentes.

Además, el profesorado es instruido para la búsqueda activa de problemas, adaptándolos a su grupo (nivel y edad de su alumnado). Debe analizar y resolver diferentes problemas, para así confeccionar una batería amplia y clara de problemas que tendrá a su disposición.

El formador de docentes también pone énfasis en la actitud que debe mostrar el profesorado en el aula. Se insiste en que éste debe incitar a la búsqueda de soluciones o proponer nuevas preguntas que hagan avanzar en el proceso, dando positividad a todas las respuestas e incitando a una mayor argumentación en caso de ser necesaria. Además, debe estar atento al modo de trabajar de cada alumno, interviniendo en el proceso solo cuando sea necesario. El profesor debe preparar con esmero los problemas que presenta en el aula, teniendo previstos los posibles errores que puedan cometerse en su resolución y la manera en la que podría guiar de nuevo el proceso para llegar a la solución correcta del problema.

Por otro lado, según el tiempo de participación en el Proyecto cabe destacar tres tipos de modelos a la hora de llevar a cabo las acciones formativas con el profesorado participante.

En los centros de nueva incorporación se realizan tres sesiones formativas trimestrales (nueve sesiones formativas anuales) de las cuales las primeras son de tipo más conceptual. Para ello se le explica al profesorado en qué consiste la metodología del Proyecto haciendo especial hincapié, en el caso de Secundaria, en las cuatro fases de Resolución de Problemas de Pólya y Schoenfeld: comprender, pensar, ejecutar y responder. Las siguientes sesiones son de tipo más práctico. En ellas, como se ha indicado con anterioridad, se practican problemas desde la metodología del Proyecto y se le proporciona al profesorado todo el material necesario para llevar la metodología al aula. En este modelo de acción formativa la última sesión se dedica a una jornada de puesta en común entre varios centros de la zona, en la cual los profesores presentan lo trabajado en clase.

A partir del segundo año de participación se realizan una o dos sesiones trimestrales dependiendo del nivel de demanda del profesorado, centradas básicamente en el contenido práctico de resolución de problemas y la exposición de la experiencia del profesorado en la implementación del Proyecto en el aula.

Y, finalmente, a partir del tercer año de participación se realizan también 1 o 2 acciones formativas trimestrales, pero con el contenido demandado por el propio profesorado implicado en el

Proyecto. Esto supone que a medida que el centro se va consolidando con el proyecto el profesorado obtiene la destreza suficiente para realizar el trabajo con el alumnado de manera autónoma. De hecho, varios profesores y profesoras “expertas” se implican voluntariamente en la formación del profesorado de nueva incorporación.

Cabe mencionar que todas las sesiones formativas con el profesorado tienen una duración aproximada de tres horas y se imparten en horario de tarde en un centro céntrico de la zona.

A su vez, dentro de las acciones formativas cabe diferenciar entre las sesiones formativas dirigidas al profesorado participante y las sesiones formativas que se llevan a cabo en el aula con el alumnado, dónde el formador de docentes tiene una sesión de resolución de problemas con el alumnado que participa en el Proyecto. Estas sesiones prácticas con el alumnado tienen como objetivo servir de modelo a los profesores, que están presentes como “observadores”, sobre cómo se debe trabajar con el alumnado desde la metodología del Proyecto. En definitiva, se intenta mostrar al profesorado cómo debe llevar al aula la acción formativa.

Por último, se le pide al profesorado que dedique al menos una sesión semanal a la implantación de la metodología propia del Proyecto en el aula.

Los materiales utilizados para las sesiones formativas son una pizarra blanca, un retroproyector de transparencias, un ordenador con proyector y diversos materiales como geoplanos, regletas, bloques lógicos, etc. Además del uso de la plataforma Moodle, en la cual se cuenta con una recopilación de problemas que el profesorado puede trabajar en clase con sus alumnos y alumnas.

### 2.3. Evaluación de la acción formativa

Para valorar el efecto de la acción formativa en el alumnado se evaluaron los procesos implicados en la resolución de problemas mediante una prueba de papel y lápiz adaptada al nivel educativo de los cursos evaluados, y la competencia socio-afectiva a través de un cuestionario de adaptación escolar. Ambas pruebas fueron resueltas de manera individual por el alumnado, aunque su aplicación se realizó de manera colectiva en cada aula por los investigadores y profesores de los centros implicados.

#### 2.3.1. Instrumentos

A continuación, se describen los instrumentos utilizados para la recogida de datos.

*Registro de los Procesos en la Resolución de Problemas por el Alumnado:* Recoge los procesos implicados en la resolución de problemas según Pólya (1945, 1954) y Schoenfeld (1979, 1985, 2010) a través de un problema, adaptado a su nivel educativo, que el alumnado debe resolver de forma individual dejando un registro de los pasos que ha realizado para resolverlo. Para ello se le plantean preguntas como: *¿cuál de estas tres formas (modelización, ensayo y error u organización de la información) crees tú que puede ayudarte a resolver el problema?, ¿por qué has elegido esta forma, y cómo la has realizado?, o ¿cómo comprobamos que la solución que hemos encontrado es la respuesta adecuada a la pregunta que el problema plantea?*, entre otras. Este instrumento pretende registrar la constatación o no (0 = No; 1 = Sí) tanto de Aspectos Generales como de las cuatro fases de la resolución de problemas: Comprender, Pensar, Ejecutar y Responder (véase tabla 4 y 6, primera columna). Una vez aplicada la prueba, se mantiene una sesión de corrección conjunta de todos los jueces evaluadores (hasta cuatro) que evaluarán individualmente una muestra de los registros dejados por el alumnado, cotejarán entre pares los resultados que cada uno ha asignado y aclararán las posibles discrepancias en calificación. Cabe destacar que no se pasa a la corrección del resto de pruebas hasta que se alcance un alto nivel de concordancia.



*Test Autoevaluativo Multifactorial de Adaptación Infantil (TAMAI)* (Hernández, 1983): Es un test autoevaluativo de la inadaptación en diferentes contextos, que consta de 175 proposiciones a las que hay que responder afirmativa o negativamente a través de una escala dicotómica (0 y 1). En nuestro estudio se han recogido datos del área de inadaptación escolar compuesta por 31 proposiciones, de las cuales 20 están formuladas en términos negativos (0 = No, 1 = Sí) y 10 en términos positivos (0 = Sí, 1 = No), que recogen las variables de Hipolaboriosidad (baja aplicación hacia el aprendizaje), Hipomotivación (bajo interés por el aprendizaje), Aversión al Profesorado (descontento con el profesor) que unidas forman la variable de Aversión a la Instrucción (actitud y comportamiento negativo hacia el aprendizaje). Esta última variable unida a la variable Indisciplina (comportamiento disruptivo en clase) conforma el factor global de Inadaptación Escolar. Nos hemos centrado en el Nivel II propio para el alumnado de Secundaria. En adelante se utilizarán los términos en positivo (laboriosidad, motivación, actitud hacia el profesor, actitud a la instrucción, disciplina y adaptación escolar). Por ello, hay que tener en cuenta que una puntuación más alta implicaría inadaptación, mientras que una puntuación más baja implicaría adaptación. La estructura factorial de dicha prueba es el resultado de haber sometido a los datos, extraídos de la aplicación de la prueba a 1200 alumnos varones de Educación Secundaria y Bachillerato, a Análisis Factorial de Correspondencia y de agrupar los factores por Clasificación Automática, constituyendo “clusters”. El índice de fiabilidad, obtenido por el procedimiento de las dos mitades con la corrección de la fórmula de Spearman-Brown, es de 0.87 (Hernández, 1983).

## **2.3.2. Diseño**

### **2.3.2.1. Estudio 1: 1º y 2º de Educación Secundaria Obligatoria**

Para el Estudio 1 se ha realizado un estudio transversal (en un mismo momento temporal), siguiendo un diseño cuasi-experimental con grupos naturales (no asignados aleatoriamente). Se cuenta con una muestra, con diferentes grados de consolidación dentro del Proyecto, formada por un Grupo Experimental 1 Consolidado (N = 60), un Grupo Experimental 2 de Nueva Incorporación (N = 36), y un Grupo Control integrado por el alumnado de un centro ajeno al Proyecto (N = 85).

### **2.3.2.2 Estudio 2: 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria**

Por otro lado, para el Estudio 2 se ha realizado un estudio transversal que cuenta con un diseño cuasi-experimental con grupos naturales que, a su vez, cuenta con una muestra formada por un grupo experimental (N = 81) y un grupo control formado por el alumnado de un centro ajeno al Proyecto (N = 48).

## **2.3.3. Procedimiento**

Al principio de la sesión de recogida de datos (o implementación de las pruebas) se le explicó al alumnado en qué consistía la prueba, y de qué partes constaba. Se expuso en voz alta las instrucciones para cumplimentar la prueba de resolución de problemas y el cuestionario de adaptación escolar, y se les indicó el orden en qué debían responderlas. En este caso, primero rellenarían la prueba de resolución de problemas, y seguidamente se les entregaría el cuestionario de adaptación escolar, evitando así que el alumno o la alumna se pudiesen distraer por tener la disponibilidad de ambas pruebas al mismo tiempo. En caso de duda, el alumnado podía consultar tanto con el profesorado como con la persona encargada de la implementación de las pruebas para resolver dichas dudas.

Seguidamente, se le informó al profesorado que no podía ayudar en aspectos de razonamiento matemático, ni dar pistas sobre la respuesta correcta a ninguno de los apartados de la prueba, para así



poder comprobar cómo realizaba el alumnado la cumplimentación de las pruebas de manera autónoma.

Para todo ello, además de la preceptiva autorización, se contó con la colaboración tanto del profesorado a cargo del alumnado como del inspector de zona para garantizar la correcta cumplimentación de las pruebas.

El pase de pruebas para ambos estudios se ha realizado en el periodo temporal comprendido entre los días 28/04/2016 y 06/05/2016 en los centros que forman la muestra de este estudio.

Tanto las pruebas de resolución de problemas como el cuestionario de adaptación escolar, cumplimentadas de manera individual, se han aplicado en las clases de 1º, 2º, 3º y 4º de la ESO de forma colectiva. La aplicación de las pruebas en cada aula ocupó una sesión de aproximadamente una hora de duración.

## 2.4. Análisis de Datos

Con el objetivo de realizar un análisis comparativo entre las medidas obtenidas por los grupos experimentales y el grupo control, se ha procedido a realizar un Análisis de la Varianza (ANOVA) con los resultados obtenidos a través del *Registro de los Procesos en la Resolución de Problemas por el Alumnado y la Adaptación Escolar*.

Todos estos análisis se han realizado con el programa estadístico SPSS 26.

A continuación, se presentan en forma de tabla la variable independiente y las variables dependientes de ambos estudios.

	VARIABLE INDEPENDIENTE (VI)	VARIABLES DEPENDIENTES (VD)
<b>ESTUDIO 1</b>	Participación en el “Proyecto Newton: Matemáticas para la vida”: - Valor 1: Participa – Grupo Experimental, con dos sub-niveles: ○ Experimental 1 “Consolidado” ○ Experimental 2 “Nueva Incorporación” - Valor 2: No participa – Grupo Control	Registro de los Procesos de Resolución de Problemas: - Aspectos Generales - Comprender - Pensar - Ejecutar - Total de Procesos. Adaptación Escolar: - Actitud hacia la instrucción - Laboriosidad - Motivación - Actitud hacia el profesorado - Disciplina - Adaptación Escolar

## 3. Resultados

Los resultados se presentan en dos bloques referidos al efecto de la acción formativa en el alumnado, divididos a su vez en dos sub-epígrafes que hacen referencia a los estudios realizados (Estudio 1 y 2). Primeramente, se abordarán los resultados obtenidos en los Procesos de Resolución de Problemas y, seguidamente, se expondrán los obtenidos en adaptación escolar.



### 3.1. Efectos sobre los Procesos de Resolución de Problemas

#### 3.1.1. Estudio 1: Efecto sobre los Procesos de Resolución de Problemas en el Alumnado de 1º y 2º ESO

Se constatan diferencias significativas en todas las variables de procesos, excepto en la variable *ejecutar*  $F(2) = 2.347$   $p > 0.05$ , a favor de ambos grupos experimentales, lo cual muestra el efecto de la acción formativa sobre el alumnado participante (grupos experimentales) frente al no participante (grupo control). Siendo este efecto más destacable en el grupo experimental 2 de nueva incorporación. Estas diferencias son altamente significativas en las variables *total de procesos*  $F(2) = 10.338$   $p \leq 0.001$  y *responder*  $F(2) = 12.548$   $p \leq 0.001$ , mientras que en las variables *aspectos generales*  $F(2) = 5.503$   $p \leq 0.01$  y *comprender*  $F(2) = 5.097$   $p \leq 0.01$  se dan con un nivel moderado de significación y en la variable *pensar*  $F(2) = 3.874$   $p \leq 0.05$  con un menor nivel de significación (ver tabla 3) (ver figura 2).

En un análisis más pormenorizado (ver tabla 3) se observa como las medias de ambos grupos experimentales en la mayoría de variables de nuestro estudio son superiores a las obtenidas por el grupo control. Esta diferencia es apreciable tanto en el grupo experimental 1 consolidado, como en el grupo experimental 2 de nueva incorporación con respecto al grupo control.

En la variable *aspectos generales* sólo se aprecian diferencias significativas  $F(2) = 11.643$   $p \leq 0.001$  en “*Cumplimenta los cuatro pasos del proceso en el orden correcto*”, mientras que en el resto de variables no se observan diferencias significativas entre grupos experimentales y grupo control.

En la fase de comprender se observan diferencias significativas en las dos primeras variables. Siendo estas “*Define bien la relación*”  $F(2) = 10.496$   $p \leq 0.001$  con nivel de significación alto y “*Localiza y clasifica los datos y el objetivo*” con un nivel menor de significación  $F(2) = 3.334$   $p \leq 0.05$ .

En la fase *pensar* “*Justifica adecuadamente su estrategia*” se obtienen diferencias significativas  $F(2) = 3.874$   $p \leq 0.05$  siendo las medias de ambos grupos experimentales superiores a las obtenidas por el grupo control.

En la fase *ejecutar* en la variable “*Es organizado (sigue todos los pasos de forma sistemática y persistente)*” es el grupo consolidado quien obtiene mayor puntuación, pero con un nivel menor de significación  $F(2) = 3.156$   $p \leq 0.05$ .

Se observan mayores puntuaciones en todas las variables de la fase *responder* con un alto nivel de significación  $F(2) = 12.548$   $p \leq 0.001$ .

Cabe destacar que se observa un mayor porcentaje en la consolidación de la mayoría de las estrategias en el grupo participante en el Proyecto situándose por encima del 60%.

Por otro lado, el grupo experimental 1 consolidado también obtiene puntuaciones superiores con respecto al grupo control en todas las variables (exceptuando en algunas variables de la fase *ejecutar*, descritas anteriormente) con un nivel menor de significación ( $p \leq 0.05$ ). Entre el grupo experimental 2 consolidado y el grupo control se dan diferencias en las variables, *aspectos generales*, *pensar*, *responder* y *total de procesos*. Mientras que no se dan diferencias significativas entre grupo experimental 1 consolidado y grupo experimental 2 de nueva incorporación.

Por último, cabe mencionar que el grupo control es el que peores puntuaciones obtiene en todas las fases excepto en la fase *comprender* donde casi se equipara al grupo experimental 1 consolidado, y en la fase *ejecutar* donde en ocasiones supera al grupo experimental 1 consolidado (ver tabla 4).

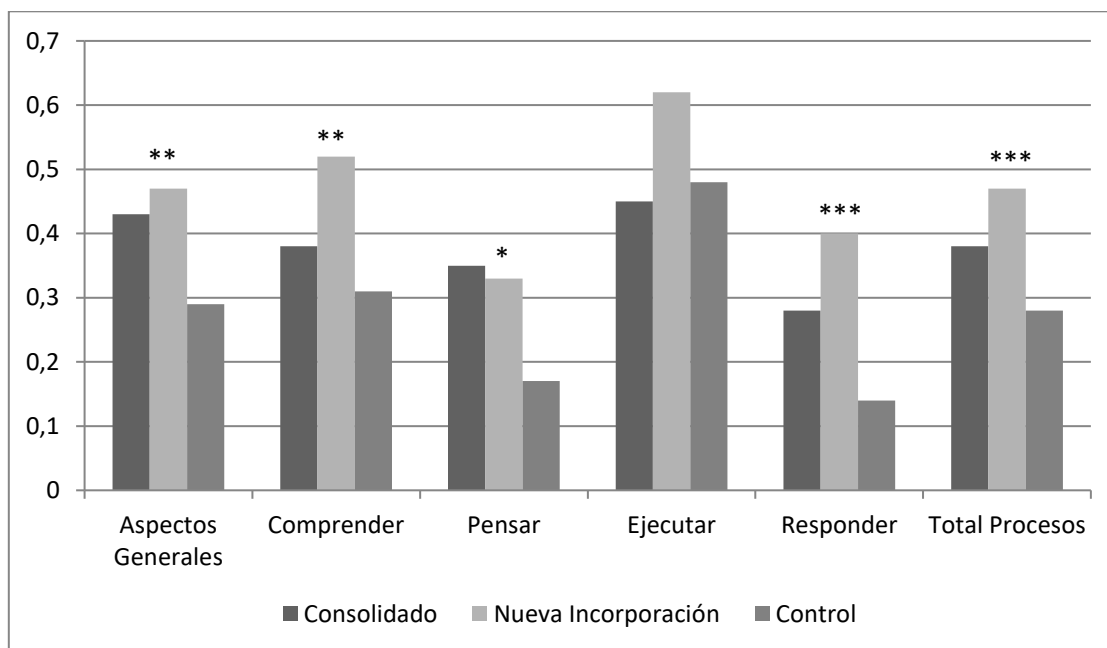
Fase		Experimental 1 Consolidado	Experimental 2 Nueva Incorporación	Control	Significación	
					General	Múltiple
Aspectos Generales	M	.43	.47	.29	<b>.005 **</b>	(1).019 *
	DT	(.33)	(.29)	(.31)		(2).010 **
Comprender	M	.38	.52	.31	<b>.007 **</b>	(2).003 **
	DT	(.35)	(.37)	(.31)		
Pensar	M	.35	.33	.17	<b>.023 *</b>	(1).023 *
	DT	(.48)	(.48)	(.37)		
Ejecutar	M	.45	.62	.48	.099	
	DT	(.37)	(.42)	(.39)		
Responder	M	.28	.40	.14	<b>.000 ***</b>	(1).004 **
	DT	(.34)	(.30)	(.21)		(2).000 ***
Total Procesos	M	.38	.47	.28	<b>.000 ***</b>	(1).012 *
	DT	(.21)	(.27)	(.21)		(2).000 ***

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

Contrastes: (1) Consolidado vs. Control; (2) Nueva incorporación vs. Control

**Tabla 3.** Descriptivos y significación de Procesos por grupo en 1º y 2º ESO

La tabla recoge los siguientes valores estadísticos: Media ( $\bar{X}$  o M), valor obtenido al sumar todos los resultados y dividir entre el número total de alumnos; Desviación Típica (DT), medida del grado de dispersión de los datos con respecto a la media; Significación (p), cuanto menor sea su valor, más fuerte será la evidencia de que hay diferencias estadísticas no atribuibles al azar.



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

**Figura 2.** Distribución gráfica de Medias y significación de Procesos por grupo en 1º y 2º ESO.



		Exp. 1 Consolidado	Exp. 2 Nueva Incorporación	Control	Significación	
					General	Múltiple
<b>ASPECTOS GENERALES</b>	M	.43	.47	.29	<b>.005**</b>	(1) <b>.019 *</b>
	DT	(.33)	(.29)	(.31)		(2) <b>.010**</b>
<b>a) Cumplimenta los cuatro pasos del proceso en el orden correcto</b>	M	.58	.81	.36	<b>.000***</b>	(1) <b>.013*</b>
	DT	(.50)	(.40)	(.48)		(2) <b>.000***</b>
<b>b) Encuentra la respuesta correcta</b>	M	.28	.33	.24	.526	
	DT	(.45)	(.48)	(.43)		
<b>c) Expresa por escrito las justificaciones de sus decisiones</b>	M	.43	.28	.28	.124	
	DT	(.50)	(.45)	(.45)		
<b>COMPRENDER</b>	M	.38	.52	.31	<b>.007**</b>	(2) <b>.003*</b>
	DT	(.35)	(.37)	(.31)		
<b>a) Localiza y clasifica los datos y el objetivo</b>	M	.58	.53	.38	<b>.038*</b>	(1) <b>.027*</b>
	DT	(.50)	(.51)	(.49)		
<b>b) Define bien la relación</b>	M	.12	.42	.11	<b>.000***</b>	(2) <b>.000***</b>
	DT	(.32)	(.50)	(.31)		(3) <b>.000***</b>
<b>c) Indica ya algún tipo de diagrama</b>	M	.45	.61	.44	.188	
	DT	(.50)	(.49)	(.50)		
<b>PENSAR</b>	M	.35	.33	.17	<b>.023*</b>	(1) <b>.023*</b>
	DT	(.48)	(.48)	(.37)		
<b>a) Justifica adecuadamente su estrategia</b>	M	.35	.33	.16	<b>.023*</b>	(1) <b>.023*</b>
	DT	(.48)	(.48)	(.37)		
<b>EJECUTAR</b>	M	.45	.62	.48	.099	
	DT	(.37)	(.42)	(.39)		
<b>a) Diseña un diagrama adecuado a la estrategia</b>	M	.38	.61	.44	.086	
	DT	(.49)	(.49)	(.50)		
<b>b) Es correcto</b>	M	.38	.61	.44	.086	
	DT	(.49)	(.49)	(.50)		
<b>c) Sabe utilizarlo</b>	M	.38	.61	.44	.086	
	DT	(.49)	(.49)	(.50)		
<b>d) Utiliza conocimientos matemáticos</b>	M	.38	.53	.41	.364	
	DT	(.49)	(.51)	(.50)		
<b>e) Es organizado (sigue todos los pasos de forma sistemática y persistente)</b>	M	.75	.72	.56	<b>.045*</b>	(1) <b>.039*</b>
	DT	(.44)	(.45)	(.50)		

		Exp. 1 Consolidado	Exp. 2 Nueva Incorporación	Control	Significación	
					General	Múltiple
<b>f) Llega a una solución</b>	M	.42	.64	.56	.074	
	DT	(.50)	(.49)	(.50)		
<b>RESPONDER (comprender, analizar y elaborar)</b>	M	.28	.40	.14	<b>.000***</b>	(1) <b>.004*</b>
	DT	(.34)	(.30)	(.21)		(2) <b>.000***</b>
<b>a) Comprueba la solución</b>	M	.20	.08	.07	<b>.045*</b>	(1) <b>.032*</b>
	DT	(.40)	(.28)	(.26)		
<b>b) Hace un análisis de la solución con respecto al contexto</b>	M	.18	.53	.16	<b>.000***</b>	(1) <b>.000***</b>
	DT	(.39)	(.51)	(.37)		(2) <b>.000***</b>
<b>c) Elabora la respuesta</b>	M	.47	.58	.18	<b>.000***</b>	(1) <b>.000***</b>
	DT	(.50)	(.50)	(.38)		(2) <b>.000***</b>
<b>TOTAL</b>	M	.38	.47	.28	<b>.000***</b>	(1) <b>.012*</b>
	DT	(.21)	(.27)	(.21)		(2) <b>.000***</b>

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

Contrastes: (1) Consolidado vs. control; (2) Nueva incorporación vs. control; (3) Consolidado vs. Nueva incorporación

**Tabla 4.** Descriptivos y significación por variables y grupos en 1º y 2º ESO.

### 3.1.2. Estudio 2: Efecto sobre los Procesos de Resolución de Problemas en el Alumnado de 3º y 4º ESO

Se constatan diferencias significativas en todas las variables de procesos a favor del grupo experimental, lo cual muestra el efecto de la acción formativa sobre el alumnado participante (grupo experimental) frente al no participante (grupo control); excepto en las variables, *aspectos generales*  $F(1) = 2.980$   $p > 0.05$  y *pensar*  $F(1) = 2.091$   $p > 0.05$ . Estas diferencias son altamente significativas en las variables *total de procesos*  $F(1) = 15.679$   $p \leq 0.001$  y *comprender*  $F(2) = 21.978$   $p \leq 0.001$ , mientras que en las variables *ejecutar*  $F(1) = 10.414$   $p \leq 0.001$  y *responder*  $F(1) = 7.956$   $p \leq 0.001$  se dan con un nivel moderado de significación (ver tabla 5) (ver figura 3).

En un análisis más pormenorizado (ver tabla 6) se observa como en la fase *aspectos generales*, a pesar de no encontrarse diferencias significativas en el factor global, sí se encuentran diferencias altamente significativas en la variable “*Encuentra la respuesta correcta*”  $F(1) = .150$   $p \leq 0.001$ .

Las diferencias encontradas en la fase *comprender* son altamente significativas en las variables “*localiza y clasifica los datos*”  $F(1) = 20.372$   $p \leq 0.001$  e “*Indica ya algún tipo de diagrama*”  $F(1) = 18.407$   $p \leq 0.001$ , mientras que se encuentran diferencias con un nivel menor de significación en la variable “*Define bien la relación*”  $F(1) = 5.011$   $p \leq 0.01$ .

En la fase *pensar* no se encuentran diferencias significativas  $F(1) = 2.091$   $p > 0.05$ .

Por otro lado en la fase *ejecutar* se observan diferencias con un alto nivel de significación en la variable “*Es organizado (sigue todos los pasos de forma sistemática y persistente)*”  $F(1) = 11.461$   $p \leq 0.001$ , mientras que se dan diferencias con un nivel moderado de significación en las variables “*diseña*



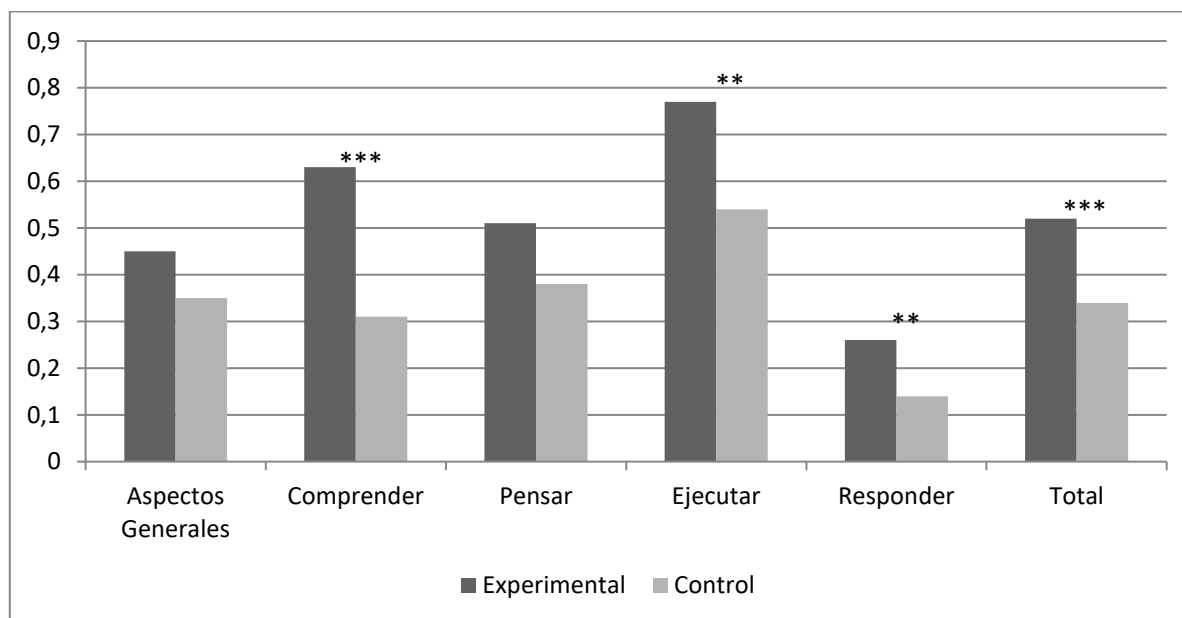
un diagrama adecuado a la estrategia”  $F(1) = 7.243$   $p \leq 0.01$ , “es correcto”  $F(1) = 8.634$   $p \leq 0.01$  y “sabe utilizarlo”  $F(1) = 7.243$   $p \leq 0.01$ . Por último, en esta fase se observan diferencias con un nivel menor de significación en las variables “Utiliza conocimientos matemáticos”  $F(1) = 5.128$   $p < 0.05$  y “Llega a una solución”  $F(1) = 5.174$   $p \leq 0.05$ . Cabe destacar que en esta fase observamos cómo más del 70% de participantes del grupo experimental tienen una mayor consolidación de los procesos propios de la fase *ejecutar* frente al aproximadamente 50% de participante del grupo control.

Para finalizar, remarcar las peculiares diferencias que se encuentran en la fase *responder*, donde solo se observan diferencias significativas en la variable “Hace un análisis de la solución con respecto al contexto”  $F(1) = 7.693$   $p \leq 0.01$  estando estas en un nivel moderado de significación.

		Experimental Consolidado	Control	Significación
<b>Aspectos</b>	M	.45	.35	.087
<b>Generales</b>	DT	(.32)	(.36)	
<b>Comprender</b>	M	.63	.31	<b>.000 ***</b>
	DT	(.38)	(.34)	
<b>Pensar</b>	M	.51	.38	.151
	DT	(.50)	(.49)	
<b>Ejecutar</b>	M	.77	.54	<b>.002 **</b>
	DT	(.34)	(.44)	
<b>Responder</b>	M	.26	.14	<b>.006 **</b>
	DT	(.26)	(.20)	
<b>Total Procesos</b>	M	.52	.34	<b>.000 ***</b>
	DT	(.26)	(.23)	

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

Tabla 5. Descriptivos y significación de Procesos por grupo en 3º y 4º ESO.



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

Figura 3. Distribución gráfica de Medias y significación de Procesos por grupo en 3º y 4º ESO

		Exp. 1 Consolidado	Control	Sign.	
<b>ASPECTOS GENERALES</b>		M	.45	.35	.087
		DT	(.32)	(.36)	
a) Cumplimenta los cuatro pasos del proceso en el orden correcto		M	.49	.46	.699
		DT	(.50)	(.50)	
b) Encuentra la respuesta correcta		M	.58	.29	.001***
		DT	(.50)	(.46)	
c) Expresa por escrito las justificaciones de sus decisiones		M	.28	.29	.926
		DT	(.45)	(.46)	
<b>COMPRENDER</b>		M	.63	.31	.000***
		DT	(.38)	(.34)	
a) Localiza y clasifica los datos y el objetivo		M	.57	.19	.000***
		DT	(.50)	(.39)	
b) Define bien la relación		M	.56	.35	.027*
		DT	(.50)	(.48)	
c) Indica ya algún tipo de diagrama		M	.75	.40	.000***
		DT	(.43)	(.49)	
<b>PENSAR</b>		M	.51	.38	
		DT	(.50)	(.49)	.151
a) Justifica adecuadamente su estrategia		M	.51	.38	.151
		DT	(.50)	(.49)	
<b>EJECUTAR</b>		M	.77	.54	.002**
		DT	(.34)	(.44)	
a) Diseña un diagrama adecuado a la estrategia		M	.77	.54	.008**
		DT	(.43)	(.50)	
b) Es correcto		M	.77	.52	.004**
		DT	(.43)	(.51)	
c) Sabe utilizarlo		M	.77	.54	.008**
		DT	(.43)	(.50)	
d) Utiliza conocimientos matemáticos		M	.72	.52	.025*
		DT	(.45)	(.51)	
e) Es organizado (sigue todos los pasos de forma sistemática y persistente)		M	.83	.56	.001***
		DT	(.38)	(.50)	
f) Llega a una solución		M	.75	.56	.025*
		DT	(.43)	(.50)	
<b>RESPONDER (comprender, analizar y elaborar)</b>		M	.26	.14	.006**
		DT	(.26)	(.20)	
a) Comprueba la solución		M	.09	.06	.627
		DT	(.28)	(.25)	
b) Hace un análisis de la solución con respecto al contexto		M	.47	.23	.006**
		DT	(.50)	(.43)	
c) Elabora la respuesta		M	.23	.13	.130
		DT	(.43)	(.33)	
<b>TOTAL</b>		M	.52	.34	.000***
		DT	(.26)	(.23)	

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

Tabla 6. Descriptivos y significación por variables y grupos en 3º y 4º ESO



### 3.2. Efecto sobre la variable Adaptación Escolar

#### 3.2.1. Efecto sobre la variable adaptación escolar de 1º y 2º ESO

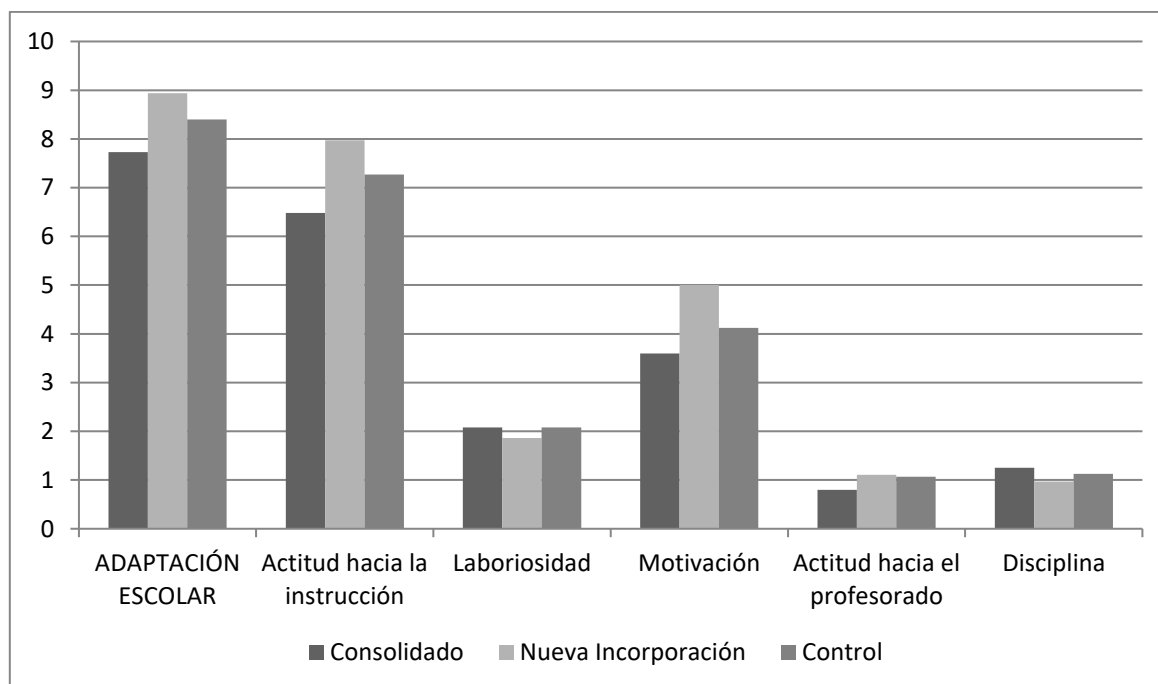
Los datos obtenidos para la adaptación escolar (ver tabla 7) muestran que no hay diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en ninguna de las variables de adaptación (ver figura 4).

		Experimental 1 Consolidado	Experimental 2 Nueva Incorporación	Control	Sig.
<b>ADAPTACIÓN ESCOLAR</b>	M	7.73	8.94	8.40	.565
	DT	(5.71)	(5.97)	(5.20)	
<b>Actitud hacia Instrucción</b>	M	6.48	7.97	7.27	.285
	DT	(4.39)	(4.88)	(4.51)	
<b>a) Laboriosidad</b>	M	2.08	1.86	2.08	.828
	DT	(1.96)	(2.18)	(1.80)	
<b>b) Motivación</b>	M	3.6	5.00	4.12	.054
	DT	(2.38)	(2.78)	(2.92)	
<b>c) Actitud hacia el profesorado</b>	M	.80	1.11	1.07	.382
	DT	(1.30)	(1.35)	(1.27)	
<b>Disciplina</b>	M	1.25	.97	1.13	.749
	DT	(2.14)	(1.77)	(1.38)	

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

Añadir contrastes

Tabla 7. Descriptivos y significación de los factores del TAMAI por grupos en 1º y 2º ESO.



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

Figura 4. Distribución gráfica de Medias y significación de Procesos por grupo en 1º y 2º ESO



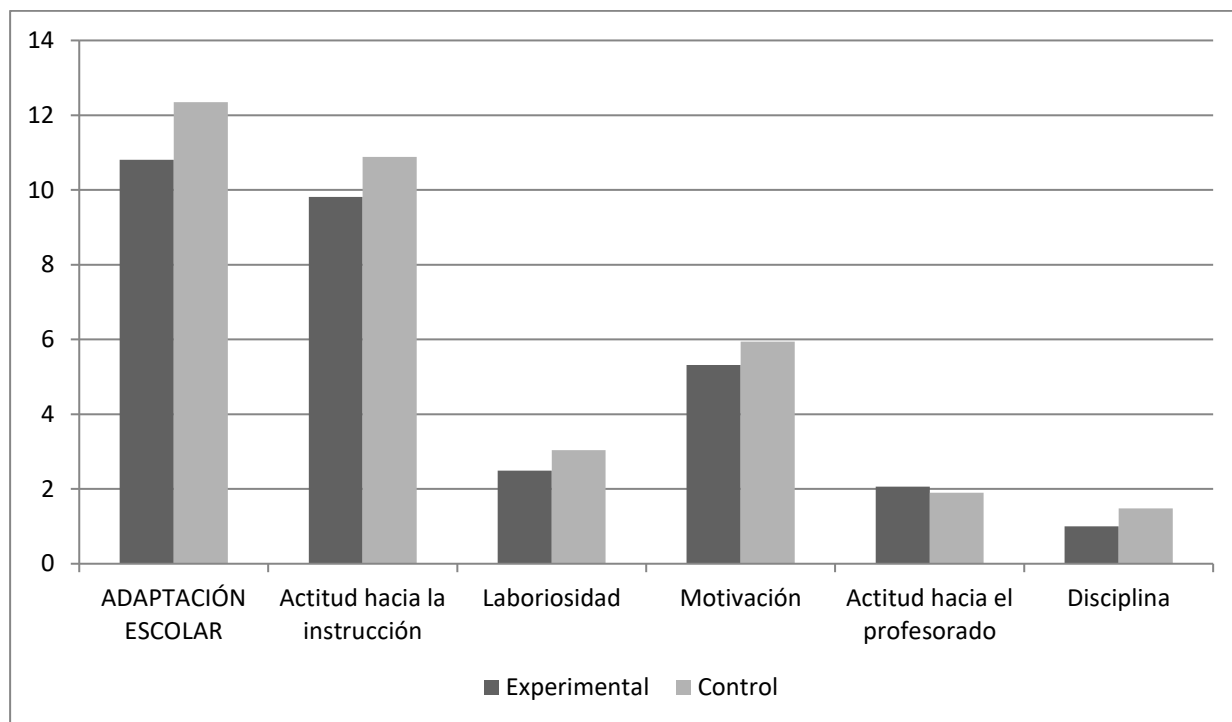
### 3.2.2. Efecto sobre la variable adaptación escolar de 3º y 4º ESO

En el caso del Estudio 2 los datos obtenidos para la adaptación escolar (ver tabla 8) tampoco muestran diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en ninguna de las variables de adaptación (ver figura 5).

		Experimental Consolidado	Control	Sig.
<b>ADAPTACIÓN ESCOLAR</b>	M	10.81	12.35	.176
	DT	5.93	6.68	
<b>Actitud hacia Instrucción</b>	M	9.81	10.88	.267
	DT	4.91	5.72	
<b>a) Laboriosidad</b>	M	2.43	3.04	.139
	DT	2.25	2.25	
<b>b) Motivación</b>	M	5.32	5.94	.186
	DT	2.50	2.61	
<b>c) Actitud hacia el profesorado</b>	M	2.06	1.90	.601
	DT	1.74	1.73	
<b>Disciplina</b>	M	1.00	1.48	.083
	DT	1.49	1.53	

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

**Tabla 8.** Descriptivos y significación de los factores del TAMAI por grupos en 3º y 4º ESO



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

**Figura 5.** Distribución gráfica de Medias y significación de Procesos por grupo en 3º y 4º ESO.



#### **4. Discusión y conclusiones**

Se parte de los datos obtenidos en los informes que analizan el efecto de la acción formativa llevada a cabo por el Proyecto Newton “Matemáticas para la vida” en Educación Infantil y Educación Primaria (Zamora, Aciego, Martín-Adrián y Ramos, 2017; López, Aciego, García-Déniz, García-Quintero y Ramos, 2017) y el Informe Ejecutivo (Consejo Escolar de Canarias, 2015) que demuestran la eficacia de la acción formativa en la resolución de problemas y la adaptación escolar en estos niveles educativos. Con la presente investigación se analiza el efecto de la acción formativa en Educación Secundaria Obligatoria.

Los resultados confirman la efectividad de las acciones formativas implementadas en el “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida” en Educación Secundaria Obligatoria, constatándose diferencias significativas en el alumnado que participa en el Proyecto frente al no participante en la consolidación de los procesos de resolución de problemas. Esto confirma la efectividad de la propuesta metodológica centrada en la resolución de problemas de los autores Pólya (1945, 1954) y Schoenfeld (1979, 1985, 2010). Sin embargo, no se detectan cambios significativos en los niveles de adaptación escolar.

En cuanto a resolución de problemas en 1º y 2º de Educación de Secundaria Obligatoria (Estudio 1) se observan diferencias significativas en casi todas las variables. Siendo estas diferencias mayores en el grupo de nueva incorporación. Con estos datos se comprueba que uno de los principios encontrados en investigaciones anteriores (López, Aciego, García-Déniz, García-Quintero, y Ramos, 2017) no se cumple en nuestra investigación, observándose que en contra de lo esperado no es el grupo de mayor consolidación el que mejores resultados obtiene sino el grupo de nueva incorporación. Este hecho puede estar explicado por variables no incluidas en nuestro estudio, como podría ser el caso de las propias características del grupo de profesores participantes. Según informan los formadores, se observan mayores niveles de cohesión grupal en el grupo de nueva incorporación, identificándose además figuras de liderazgo dinamizadores de la acción formativa. Cabe señalar que, a pesar de las diferencias encontradas, los niveles de consolidación observados no llegan a alcanzar al 50% del alumnado participante en la mayoría de variables objeto de nuestro estudio. Todo ello, pone en evidencia la necesidad de mejorar ciertos aspectos de la acción formativa llevada a cabo en estos niveles.

Observamos también en 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria (Estudio 2) diferencias significativas en casi todas las variables, siendo los beneficios más contundentes que los encontrados en el estudio anterior (Estudio 1). Esto se refleja en una mejora significativa en llegar a la solución correcta y en un mayor porcentaje (superior al 60%) en la consolidación de la mayoría de las estrategias en el grupo participante en el Proyecto, frente al grupo control que se sitúa con unos porcentajes en torno al 30%.

En los resultados obtenidos en adaptación escolar, tanto en el Estudio 1 como en el Estudio 2, no se observan diferencias significativas. Ello puede venir explicado por el hecho de que en Secundaria se trabaje con un profesorado especializado en el ámbito de las matemáticas, que imparte su materia las horas a la semana que le corresponda. Mientras que en Primaria (López, Aciego, García-Déniz, García-Quintero, y Ramos, 2017) se trabaja con el profesorado tutor y, por lo tanto, este dispone de mayores oportunidades de trabajar en el grupo clase y generalizar lo aprendido a su dinámica de convivencia.

En síntesis, se observan beneficios de la participación en el Proyecto Newton “Matemáticas para la vida” en el alumnado de Educación Secundaria. No obstante, dichos beneficios no son tan contundentes como los obtenidos en Educación Primaria (López, Aciego, García-Déniz, García-

Quintero, y Ramos, 2017). Además, se refieren a la mejora y consolidación de los procesos de resolución de problemas, no observándose incidencia en los niveles de adaptación de los escolares. Dato este último, que atribuimos al diferente rol del profesor o profesora de Secundaria (“especialista”) frente al maestro o maestra de Primaria (tutor o tutora del grupo clase). Se constata, asimismo, comportamientos diferentes en unos grupos y otros (Consolidado versus Nueva Incorporación; Estudio 1 versus Estudio 2) para los que no se cuentan con explicaciones apoyadas en evidencias, pero que se infiere que pueden ser debidas a las propias dinámicas que se generan en los diferentes “equipos” de participantes (cohesión, liderazgo, etc.).

Sería interesante que en futuros estudios se analicen estas variables aquí no controladas, pero claves en el éxito de cualquier acción formativa.

Como limitaciones del estudio se contempla la oportunidad de aplicar medidas al inicio (pretest) para verificar que los grupos de contraste sean realmente equivalentes. Asimismo, convendría perfilar más el rastro que deja el alumnado al abordar la resolución del problema y la consideración de los jueces de si ha quedado constatada o no cada una de las competencias objeto de evaluación.

### Bibliografía

- Consejo Escolar de Canarias (2015). *Proyecto Newton “Matemáticas para la vida”: Una vía para el aprendizaje significativo de las matemáticas*. La Laguna: Consejo Escolar de Canarias. - Gobierno de Canarias (ISBN: 978-84-608-3133-4) [http://www.consejoescolardecanarias.org/wp-content/uploads/2015/10/INFORME\\_NEWTON\\_DEF-3-11.pdf](http://www.consejoescolardecanarias.org/wp-content/uploads/2015/10/INFORME_NEWTON_DEF-3-11.pdf)
- Decreto 83/2016, de 4 de julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias. Boletín Oficial de Canarias, núm. 136, pp. 18043 a 18233. <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/secundaria/informacion/ordenacion-curriculo/ordenacion-curriculos-lomce.html>
- Gómez-Ferragud, C., Solaz-Portolés, J., y Sanjosé, V. (2013). Construcción de analogías y éxito en la resolución de problemas de matemáticas y ciencias: un estudio con alumnado de Secundaria. *Psicodidáctica*, 18 (1), 81-111.
- Hernández, P. (1983). *Test Autoevaluativo Multifactorial de Adaptación Infantil (TAMAI)*. Madrid: TEA Ed.
- León, O., Montero, I. (2003). Diseños cuasi experimentales. En J. M. Cejudo. (Ed.), *Métodos de Investigación en Psicología y Educación* (pp. 327 – 356). Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Lesh, R., & English, L. (2013). Problem Solving in the Primary School (K-12). *The Mathematics Enthusiast*, 10 (1&2), 35-60.
- López, A.; Aciego, R.; García-Déniz, M.; García-Quintero, D.; y Ramos, E. (2017). Evaluación del Proyecto Newton. “Matemáticas para la Vida” de 3º a 6º de Educación Primaria. *NÚMEROS, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 95, 43-59 [http://www.sinewton.org/numeros/numeros/95/Articulos\\_03.pdf](http://www.sinewton.org/numeros/numeros/95/Articulos_03.pdf)
- Mayer, R.E. (1982). Memory for algebra story problems. *Journal of Educational Psychology*, 74, 199-2016.
- Mayer, R.E. (2010). *Aprendizaje e Instrucción*, Madrid: Alianza {V.O.: Learning and Instruction. New Jersey: Prentice Hall, 2008, 2nd Edition}.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe Español.
- OCDE (2012). Orientaciones de Pisa para las Islas Canarias, España. Recuperado de: <https://www.oecd.org/edu/school/49882415.pdf>
- OCDE (2015). Pisa 2015. Resultados Clave. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- Orrantía, 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, 429-451.



PISA (2012). Informe Español. Recuperado de:

<http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>

PISA (2015). Informe Español. Recuperado de: <https://www.mecd.gob.es/inee/dam/jcr:e4224d22-f7ac-41ff-a0cf-876ee5d9114f/pisa2015preliminarok.pdf>

Pólya, G. (1945; 2nd edition, 1957). *How to solve it*. Princeton: Princeton University Press.

Pólya, G. (1954). *Mathematics and plausible reasoning* (Volume 1, Induction and analogy in mathematics; Volume 2, Patterns of plausible inference). Princeton: Princeton University Press.

Rupérez, J.A., y García-Déniz, M. (2006). Club Matemático. Problemas Comentados (XVI). *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 65, 1-7.

Rupérez, J.A., y García-Déniz, M. (2012a). De nietos y aves. Problemas Comentados (XXXI). *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 80, 185-196.

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.

Schoenfeld, A. H. (1979). Explicit heuristic training as a variable in problem-solving performance. *Journal of Research in Mathematics Education*, 10, 173-187.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic Press.

Schoenfeld, A. H. (2010). *How we think: A theory of human decision-making with educational applications*. New York: Routledge.

Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) (2011). Marcos de la Evaluación. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/ievaluacion/internacional/inee-timss-2011.-marcos-de-la-evaluacion.pdf?documentId=0901e72b8127e807>

Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) (2015). Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias, IEA. Recuperado de:

<https://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/timss2015final.pdf?documentId=0901e72b822be7f5>

Zamora, H.; Aciego, R.; Martín-Adrián, A.; y Ramos, E. (2017). Evaluación del “Proyecto Newton. Matemáticas para la Vida” en Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria. *NÚMEROS, Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 95, 25-41. [http://www.sinewton.org/numeros/numeros/95/Articulos\\_02.pdf](http://www.sinewton.org/numeros/numeros/95/Articulos_02.pdf)

## 6. Reconocimiento

El presente estudio se desarrolla bajo el marco del Acuerdo de Colaboración establecido entre el Consejo Escolar de Canarias, la Sociedad Canaria Isaac Newton de Profesores de Matemáticas y la Universidad de La Laguna. Se agradece la participación y disponibilidad tanto del profesorado, como del alumnado de los centros docentes implicados.