

Evaluación del “*Proyecto Newton. Matemáticas para la Vida*” en Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria

Haridian Zamora (Universidad de La Laguna. España)

Ramón Aciego (Universidad de La Laguna. España)

Antonio Martín-Adrián (Consejería de Educación del Gobierno de Canarias. España)

Eladio Ramos (Consejo Escolar de Canarias. España)

Fecha de recepción: 12 de noviembre de 2016

Fecha de aceptación: 16 de abril de 2017

Resumen

Se evalúa el efecto del “*Proyecto Newton. Matemáticas para la vida*” en Infantil y Primer Ciclo de Educación Primaria. En un primer estudio, desde una aproximación cualitativa, se recoge la valoración del profesorado (12 docentes) y se observa la dinámica de trabajo en el aula de aproximadamente 200 alumnos de cinco centros diferentes: 1 con larga participación en el Proyecto; 3 de nueva incorporación; y un grupo control. En un segundo estudio, desde una aproximación cuantitativa, se evalúa el rendimiento del alumnado en una prueba de resolución de problemas de cálculo mental, utilizando un diseño cuasiexperimental y trasversal: grupo consolidado, dos años participando en el programa (N = 27); grupo de nueva incorporación (N = 28); y grupo control (N = 29).

Palabras clave

competencia matemática, cálculo mental, competencia socio personal, educación infantil, educación primaria.

Title

Evaluation of “Project Newton. Mathematics for Life” in Early Childhood Education and First Cycle Primary

Abstract

It evaluates the effect of the “*Newton Project. Mathematics for Life*” on the teachers and students of Pre-school education and first cycle of Primary Education. In a first study, from a qualitative approach, assessment of teachers (12 teachers) is collected and work dynamics is observed in the classroom of about 200 students from five different schools: 1 with long involvement in the project; 3 new addition; and one control group. In a second study, from a quantitative approach, student performance is evaluated on a test of problem solving mental arithmetic, using a quasi-experimental and traversal design: Consolidated group, 2 years participating in the program (N = 27); new addition group (N = 28); and control group (N = 29).

Keywords

Mathematical competence, mental arithmetic, personal skill, Pre-school education, Primary Education.

1. Introducción

La competencia matemática es la capacidad para resolver correctamente tareas matemáticas. Dicha competencia, debe estar complementada por la comprensión, tanto de las técnicas necesarias



Evaluación del “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida” en Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria.

H. Zamora, R. Aciego, A. Martín-Adrián y E. Ramos

para la resolución de la tarea, como de las relaciones entre los distintos contenidos y procesos matemáticos que se trabajen. Es decir, se considera que, en matemáticas, la competencia y la comprensión son conceptos cognitivos que se complementan, y para alcanzarlos, será necesario un proceso de crecimiento paulatino, en el que se tenga en cuenta las diferentes dimensiones de las matemáticas (Godino, 2002).

En lo que a este trabajo respecta, se aborda y evalúa por primera vez desde el “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida”, la competencia matemática en Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria. De un modo general, las competencias matemáticas propuestas en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés) son: Pensamiento y Razonamiento, Argumentación, Comunicación, Construcción de Modelos, Representación y uso de operaciones y lenguaje técnico, simbólico y formal y Planteamiento y Resolución de problemas. Concretamente, en la etapa de Educación Infantil, las competencias de pensamiento y razonamiento, se pueden desarrollar. También la competencia de argumentación, pero de manera más limitada. Por tanto, la competencia matemática en Educación Infantil podría llevar consigo procesos de pensamiento, razonamiento y argumentación (De Castro, Molina, Gutiérrez, Martínez y Escorial, 2012). Concretamente, el Proyecto Newton destaca la importancia de trabajar la competencia matemática desde estos niveles. Sobre todo, se defiende que una condición fundamental en estas edades es la manipulación. Sin ella, la consolidación posterior no será posible.

Actualmente, según el marco legislativo español, los contenidos educativos correspondientes al primer y segundo Ciclo de Educación Infantil se estructuran en los siguientes ámbitos de experiencia y desarrollo:

Primer Ciclo (Decreto 201/2008, 30 de septiembre, BOC nº 203, de 9 de octubre de 2008) y segundo Ciclo (Decreto 183/2008, 29 de julio): Conocimiento de sí mismo, la autonomía personal, los afectos y las primeras relaciones sociales. Descubrimiento y conocimiento del entorno. Los diferentes lenguajes: comunicación y representación.

Por su parte, con respecto a los contenidos matemáticos de la etapa de Educación Primaria, se destaca lo siguiente (BOC nº156, 13 agosto 2014):

La finalidad de las matemáticas en esta etapa es elaborar las bases del razonamiento lógico-matemático en los alumnos, sin centrarse únicamente en la enseñanza del lenguaje simbólico-matemático. De este modo, la educación matemática podrá cumplir su función formativa, contribuyendo al desarrollo cognitivo, instrumental y funcional. En cuanto al proceso de aprendizaje, se trabajará en base a experiencias y el alumnado empleará diversos recursos y materiales didácticos, manipulativos y tecnológicos. Además, se trabajará en la estimación de cálculos, medidas y cantidades, así como en la predicción de resultados de encuestas, experimentos o investigaciones. Con ello se pretende que el alumnado interiorice tanto los significados de los conceptos que está manejando, como las predicciones o suposiciones que él mismo elabora a cerca de la tarea que está realizando. Asimismo, se debe fomentar la interacción entre iguales, entre alumnado y docente, y promover el aprendizaje cooperativo. Además, se pretende dar mayor importancia a la evaluación cualitativa frente a la cuantitativa.

Con la información recogida en este punto, conviene considerar la afirmación, formulada por Alsina et al. (2009), de que, al menos hasta ese momento en España, el conocimiento de matemáticas en el profesorado de las etapas de Infantil y Primaria, no quedaba garantizado si se tenía en cuenta el peso de los contenidos de matemáticas en los planes de estudio de las titulaciones de formación del profesorado. Además, señalaban que muchos de los profesores de matemáticas habían tenido pocas oportunidades de profundizar en lo esencial de dicha materia durante su formación inicial. Asimismo,

dijeron que en aquel momento se habían producido ciertas reformas en esas titulaciones que hacían pensar en un cambio al respecto: estos estudios pasaban a ser de cuatro cursos académicos y, además, se preveía la especialización en matemáticas en algunas universidades.

Esto que se planteaban Alsina et al. (2009), hace 7 años, se ve actualmente agravado, pues en este momento, ni los maestros de Educación Infantil ni los de Primaria, tienen ningún tipo de especialidad.

Una vez estudiados los currículos de ambas etapas educativas, veremos ahora si concuerdan o no, según las investigaciones realizadas, con el desarrollo madurativo de los niños.

Autores como Lesh y English (2013) afirman que el nivel de dificultad de una tarea puede ser sensiblemente modificado simplemente adecuando el estilo del lenguaje, utilizando símbolos, diagramas o gráficos, con modelos más concretos, o con experiencias basadas en metáforas. Esta es una vieja reivindicación formulada hace ya algún tiempo por Bruner (1960): A cualquier niño se le puede enseñar cualquier concepto, en cualquier momento, si el concepto se presenta en una forma que sea apropiada para su nivel de desarrollo. También Resnick (1983) ponía el acento en que la enseñanza debe centrarse en aspectos cualitativos, y que el aprendizaje, por su parte, se puede comenzar a impartir cuanto antes, pues los niños desde muy pequeños están preparados para aprender. Las dos condiciones necesarias son que los niños y niñas: (a) encuentren sentido al problema utilizando sus propias experiencias; y (b) que tomen consciencia de que hay varias maneras diferentes de pensar sobre un problema dado y, de este modo, serán ellos mismos capaces de evaluar las fortalezas y debilidades de cada alternativa. Lesh y English (2013) ponen ejemplos de problemas enmarcados en contextos de personajes de cuentos y utilizando objetos manipulables (palillos de helado, pajitas de refrescos, tablero de puntos, piezas de circuitos de trenes...). La investigación sobre el uso de modelos y perspectivas de modelado (*models & modeling perspectives*) (Lesh y Doerr, 2003) muestra que, si los niños reconocen claramente la necesidad de utilizar un tipo específico de descripción matemática, diagrama, artefacto o herramienta, y si están en condiciones de evaluar las fortalezas y debilidades de maneras alternativas de pensar, entonces a menudo, incluso los más pequeños, son capaces de producir herramientas y artefactos impresionantemente potentes, reutilizables y compartibles en la que los "objetos" matemáticos que están descritos implican mucho más que simples recuentos. Para ello, el tipo de ayuda que resulta más efectiva es, generalmente, aquella que estimula la reflexión más que la guía dirigida.

El “*Proyecto Newton. Matemáticas para la vida*” nació en el curso 2012/2013 con el principal objetivo de llevar a cabo una propuesta que generara un cambio real, efectivo y generalizable tanto en el aprendizaje, como en la enseñanza de las matemáticas. Para ello, centrándonos concretamente en Infantil y 1º y 2º de Primaria, el proyecto propone una metodología cuyo principal referente es Constance Kamii (Kamii, 1985, 1989, 1994; Kamii & Russell, 2010, 2012), quien defiende la importancia de fomentar la autonomía de los niños, promoviendo habilidades como el respeto, el turno de palabra, levantar la mano para participar en el aula, etc. Asimismo, el Proyecto propone la estimulación del cálculo mental con las “Regletas de Cuisenaire” (juego de piezas de diez tamaños, de 1 a 10 cm., y diferentes colores) (ver figura 1). El uso de esta herramienta permite que el alumnado aprenda la descomposición de los números e iniciarlos en las actividades de cálculo y que el aprendizaje se convierta en algo tangible y manipulativo, lo cual es muy importante en las primeras etapas de aprendizaje. Además, se introducen tareas que ayudan a la contextualización de actividades matemáticas en situaciones cotidianas (Consejo Escolar de Canarias, 2015; ZZZ, 1999).

Por último, resulta oportuno hacer referencia a que este Proyecto, a través de la evaluación de los resultados que se han obtenido de 3º a 6º de Primaria, ha encontrado efectos positivos tanto en el profesorado, como en el alumnado. En cuanto al profesorado, cabe destacar el alto consenso en valorar la acción formativa con un alto nivel de interés y utilidad. En cuanto a la evaluación del efecto de la



acción formativa en el alumnado, ha quedado constata la adquisición de los procesos implicados en la resolución de problemas del alumnado de 3º a 6º de Primaria cuyo profesorado participó en la acción formativa.

Lo que aún no había cubierto en este proyecto es la evaluación del efecto de la acción formativa en el alumnado de Educación Infantil y Primer Ciclo de Educación Primaria. Consecuentemente, esta investigación plantea los siguientes objetivos:

- Conocer, una vez más, la valoración que el profesorado de Educación Infantil y de 1º-2º de Educación Primaria hace de la acción formativa en la que participan.
- Evaluar el efecto de la acción formativa en el alumnado de Educación Infantil y de 1º-2º de Educación Primaria, tanto desde una aproximación cualitativa como cuantitativa. En la aproximación cualitativa, además del efecto en la competencia matemática, se analizará su efecto en la competencia socio personal.

2. Método

2.1. Participantes

2.1.1. Estudio 1: Aproximación cualitativa

Valoración del profesorado

Para el estudio sobre la valoración de la acción formativa por parte de los docentes, los participantes son 12 profesores y profesoras. Concretamente 8 tutores y 4 no tutores. Estos docentes pertenecen a 3 centros de Educación Infantil y Primaria de la isla de Tenerife.

Observación de la dinámica de trabajo en el aula

Participan 200 alumnos aproximadamente que se sitúan entre los cursos de Infantil y Primer Ciclo de Primaria, pertenecientes a 5 colegios diferentes: 1 con larga experiencia con el Proyecto, 3 centros de nueva incorporación, y 1 colegio como grupo control o de contraste.

2.1.2. Estudio 2: Análisis cuantitativo. Resolución de problemas de cálculo mental

Para la realización del estudio cuantitativo sobre cálculo mental, los participantes son 84 alumnos y alumnas de 2º de Primaria pertenecientes a 4 colegios: un centro con una larga experiencia de cuatro años participando en el Proyecto (grupo consolidado, N = 27), un centro de nueva incorporación (N = 28), y dos centros que conformaron el grupo control (N = 29).

2.2. Descripción de la acción formativa

Para conocer de la dinámica de las acciones formativas que se realizan con el profesorado, se toma como referencia el Informe Ejecutivo del Proyecto Newton (Consejo Escolar de Canarias, 2015). Además, se acude a una acción formativa dirigida a docentes de Infantil, 1º y 2º de Primaria y se mantienen diferentes entrevistas con los formadores.

En la reunión establecida con uno de los formadores, explica detalladamente las pautas y técnicas que, entiende, se deben seguir en el aula. Así como los contenidos que resultan

imprescindibles impartir en estas edades, destacando la numeración, el cálculo, la geometría y la resolución de problemas. Remarca la importancia de la utilización de material tangible en matemáticas. Asimismo, apunta que los ejercicios que se les deben presentar a los alumnos y a las alumnas deben estar adaptados a su edad, así como a su entorno y vida cotidiana, facilitando de este modo su comprensión y finalmente su resolución. Además, cada ejemplo de ejercicio que propone, lo explica con el material que se debe utilizar. Esos ejercicios los resuelve de manera clara, detallando cada paso que se debe realizar con el alumnado y precisando otros modos de resolución si se viera oportuno.

En relación a las reuniones de formación, éstas se llevan a cabo dos veces al mes con una duración de 3 horas cada una. En ellas se comentan las técnicas que se han utilizado en el aula el último mes y, a su vez, se plantean las tareas que se llevarán a cabo el mes siguiente, enseñando a los maestros y a las maestras los recursos didácticos necesarios para ponerlas en práctica. Con las diferentes sesiones formativas, se promueve también que el profesorado en formación se convierta en formador, creando de esta manera un proceso de intercambio e innovación entre docentes, con el fin de compartir, aprender, enseñar y comprender. Asimismo, uno de los principales objetivos que se plantea es que el profesorado consiga potenciar la autonomía de los alumnos, dándoles la oportunidad de confrontar los distintos puntos de vista respecto a la resolución de una tarea (Kamii, 1985, 1989, 1994; Kamii & Russell, 2010, 2012).

Una vez conocidas las bases de la acción formativa del proyecto, se acude a algunas de estas sesiones, manteniendo también entrevistas con los formadores. A continuación, se describe una de estas acciones formativas:

En el inicio de la sesión, el formador pregunta a los maestros y a las maestras si se ha podido llevar a cabo lo abordado en la sesión anterior, se comentan brevemente los resultados obtenidos y se resuelven las dudas que les hayan podido surgir en sus aulas.

A lo largo de la sesión, el formador plantea nuevas operaciones o pequeños problemas, resolviéndolos tanto en la pizarra como con los materiales que se nombrarán a continuación.

Desde un primer momento se insiste en que los alumnos no tienen que saber matemática mecánica, sino matemática comprendida. Se argumenta que hoy en día los niños y las niñas reproducen y contestan lo que su maestro o maestra espera, pero sin haber comprendido los conceptos. Se comenta, asimismo, como las matemáticas de primaria se basan en la composición y descomposición de números. Para ello se insiste en la necesidad de utilizar materiales tangibles, que el alumno o alumna pueda tocar y manipular. Algunas de estas herramientas, que ya han sido trabajadas en sesiones anteriores, son:

Regletas, cuyo color ayuda a los niños a crear imágenes mentales, además de su tamaño, el cual dependerá también del número al que represente. (Ver figura 1)



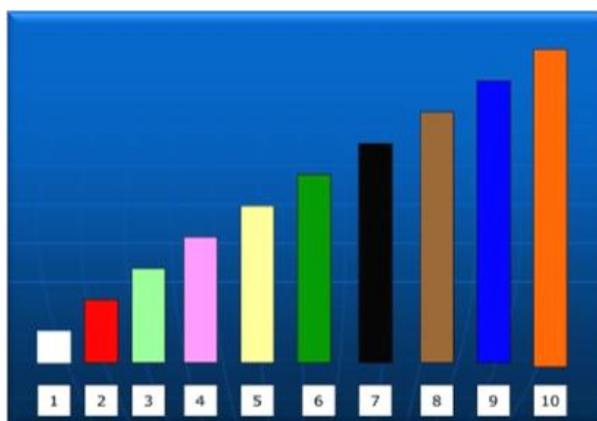


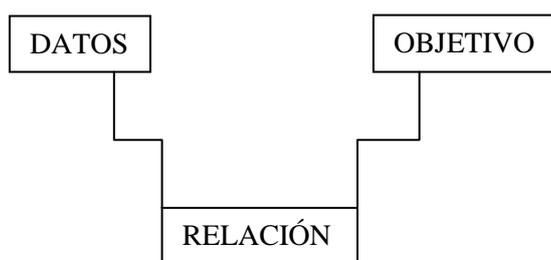
Figura 1: “*Regletas de Cuisenaire*”

Bloques de base 10, que se utilizan para trabajar con los sistemas de numeración en 1º de primaria.

El formador remarca que, aunque estas técnicas requieren tiempo para acostumbrarse y trabajar con ellas, son mucho más útiles que las que se suelen proponer en las fichas o en los libros convencionales (más mecánicas), pues fomentan el razonamiento. Argumenta que los niños y las niñas que trabajan con este material, lo graban mentalmente y luego operan con la imagen mental de éste.

En cuanto a la adecuación de los conceptos con las edades, se recuerda que 3 años es la edad de los hábitos, control de esfínteres, controlar el llanto, saber escuchar, etc., por lo que la resolución de problemas se recomienda para el resto de cursos de Educación Infantil y Primaria. La estructura o proceso que se propone para resolver adecuadamente un problema es el siguiente:

1. *Comprender*: a estas edades esta fase se hace en común.



2. *Pensar*: se desarrollan las estrategias de pensamiento. Tales como:
 - Modelización con material tangible: la manipulación siempre es la entrada al razonamiento.
 - Ensayo-Error: el alumno prueba a resolverlo de una manera (1ª hipótesis), si consigue lo que se le pide bien, si no, debe volver a probar (otra hipótesis). En este sentido, hay que fomentar que los niños tengan argumentos, el error no importa, es una fuente de aprendizaje, aun así, hay que hacer que el alumno se pare para que piense y diga algo con algún motivo, argumentos, de esta forma se crea en los niños y las niñas el hábito de opinar con alguna razón: “*el por qué es el razonamiento que se ha utilizado para llegar al qué*”. En caso de equivocación, la nueva hipótesis que obtenga el alumno puede tener en cuenta la anterior o no, por esta razón, el maestro o la maestra siempre debe fomentar a que sí se tenga en cuenta. De esta manera se le enseña a aprender de la

experiencia. Con ello también se le ayuda al ensayo-error inteligente, lo que provocará que el alumno o la alumna no resuelva los problemas matemáticos de manera arbitraria o sin criterio, sino que será más certero y tendrá en cuenta su experiencia. En estas edades los niños y las niñas no saben lo que es pensar, por eso hay que expresar en voz alta todo lo que se hace, y poco a poco se irá interiorizando.

3. *Ejecutar*: fase en la que el alumno o alumna lleva a cabo la o las operaciones.
4. *Responder*: es importante siempre hacer una comprobación de la respuesta.

A continuación, el formador propone varios ejemplos de problemas para resolver a partir de esta estructura, nombrando los materiales que se podrían utilizar en cada caso (regletas, cubos...). Añade que los problemas propuestos ayudarán al alumnado a que, cuando lleguen a tercer curso, sepan la secuencia de los hábitos mentales que deben manejar.

Resulta importante comentar que el profesorado que recibe la acción formativa expresa que, gracias a este tipo de procedimientos, se ha logrado que a sus alumnos y alumnas les gusten las matemáticas, prefiriendo esta asignatura antes que otras.

Llegados a este punto se muestra, a modo de ilustración y de manera esquemática, los contenidos tratados en esta sesión de formación con los maestros y maestras de Infantil y Primer Ciclo de Primaria:

- Estructura aditiva (suma y resta).
- Composición y descomposición de los números de 1 cifra.
- Composición y descomposición del 10.
- Completar a la decena más cercana. El número que quería ser 10.
- Preponderancia de lo oral, previo a los símbolos escritos, en Infantil.
- Resolución de problemas en Infantil y 1º Ciclo de Primaria:
 - Adaptación al modelo del Proyecto Newton.
- Estrategias iniciales a incorporar. Modelización y ensayo-error.
- Uso de materiales estructurados y no estructurados: regletas, tapas, cubos de base 10, cubos encajables, números Montessori, etc.

Resulta conveniente apuntar que, en una conversación mantenida con el formador, éste comenta que las acciones formativas las prepara concretando ciertos puntos que se deben tratar forzosamente, pero que luego el transcurso de la sesión debe ser espontáneo y fluido, atendiendo a aquellas cuestiones que puedan ir surgiendo en la propia dinámica.

2.3. Evaluación de la acción formativa

2.3.1. Estudio 1: Aproximación cualitativa

2.3.1.1. Valoración del profesorado

Instrumentos

Para la evaluación del Proyecto Newton por parte del profesorado, se utiliza un cuestionario en el que se miden diferentes variables: interés, aprovechamiento, fortalezas, dificultades y propuestas de mejora. Además, este mismo cuestionario le da al profesorado la oportunidad de comentar alguna experiencia de haber llevado al aula lo aprendido. Para este estudio sólo se toman los datos sobre interés y aprovechamiento.



Diseño

Diseño descriptivo, en el que se valora tanto el interés como el aprovechamiento de los docentes con respecto al Proyecto.

Procedimiento

Se entregan los cuestionarios a los docentes y posteriormente se recogen para su análisis.

Análisis de datos

Se realiza un análisis de frecuencias de su interés y aprovechamiento.

2.3.1.2. Observación de la dinámica de trabajo en el aula

Instrumentos

Hoja de registro, de elaboración propia, en la que se rastrea aspectos sobre competencias en la Resolución de Problemas y competencias Sociopersonales. En este registro se pretende plasmar tanto la amplitud como la frecuencia de las diferentes variables a medir (Ver tablas 1 y 2).

Diseño

Se obtiene una descripción dinámica de las observaciones, registrando la frecuencia (número de veces que se da la conducta) y amplitud (número de alumnos que realizan la conducta) (ver tablas 1 y 2) de las conductas realizadas por los alumnos en sus aulas. Siguiendo una perspectiva transversal, la observación se realiza en grupos que se diferencian en el tiempo que llevan implicados en el Proyecto (consolidado, nueva incorporación y control).

Procedimiento

Las observaciones, se realizan en las aulas durante sesiones ordinarias de matemáticas. Desde un primer momento, se le pide al profesor o profesora que dediquen la sesión a tareas de Resolución de Problemas. Los observadores se sitúan en un rincón relativamente apartado de la clase y se limitan a observar. Durante el transcurso de la clase, se toma nota de los procedimientos utilizados para resolver las tareas y ejercicios (competencia matemática), así como de las interacciones del grupo (competencia sociopersonal).

Análisis de datos

Se lleva a cabo un análisis de los datos que se registrados durante las observaciones.

2.3.2. Estudio 2: Análisis Cuantitativo. Resolución de problemas de cálculo mental

Instrumentos

Se utiliza una prueba, de elaboración propia, con cinco problemas matemáticos de cálculo mental. Para resolver correctamente los cuatro primeros: el primer ejercicio requiere realizar una suma; el segundo restar; el tercero multiplicar; y el cuarto dividir. Para responder adecuadamente el último ejercicio, han de darse cuenta de que faltan datos, por lo que deben explicar que con los datos

proporcionados el ejercicio no tiene solución. En cada problema, el acierto se contabiliza como 1 y tanto el error como dejar el ejercicio en blanco, puntúa 0. Los problemas que los alumnos debían resolver son los siguientes:

1. Lucía tiene cuatro caramelos y Marcos le regala 2. ¿Cuántos caramelos tiene ahora?
2. María tiene cinco euros y le da dos a Susana. ¿Cuántos le quedan?
3. Pedro tiene 4 paquetes de caramelos y en cada uno hay 5 caramelos. ¿Cuántos caramelos hay en total?
4. Jesús tiene 6 euros y los reparte en partes iguales a tres amigos. ¿Cuánto le da a cada uno?
5. Ramón tiene cuatro caramelos y Sergio un caramelo. ¿Cuántos perros tienen los dos?

Diseño

Estudio transversal en el que se contrastan dos grupos, atendiendo al tiempo que lleven implicados en la acción formativa del Proyecto Newton (Consolidado, dos años; Nueva Incorporación, ocho meses formando parte del proyecto); y un grupo control. Se trata de un estudio cuasiexperimental dado que los participantes no se escogen aleatoriamente sino atendiendo a su relación temporal con el Proyecto.

Procedimiento

Se concierta con los centros el día de pase de pruebas en cada uno, para su aplicación basta con una sola sesión. Una vez en el colegio, se le pide colaboración al profesorado para el pase de pruebas. Los alumnos (todos de 2º de Primaria) colocan sus mesas de manera individual, se les explica en qué consiste la prueba y a continuación proceden a su cumplimentación.

Análisis de datos

Se lleva a cabo un Análisis de Varianzas (ANOVA) entre los tres grupos: consolidado; nueva incorporación; y control.

3. Resultados

3.1. Estudio 1: Aproximación Cualitativa

3.1.1. Valoración del profesorado

El 100% del profesorado valora el grado de interés de la acción formativa como alto (16,7%) o muy alto (83,3%). Con respecto al nivel de aprovechamiento también el 100% de los docentes lo valoran como alto (41,7%) o muy alto (58,3%). (Ver Figura 2).



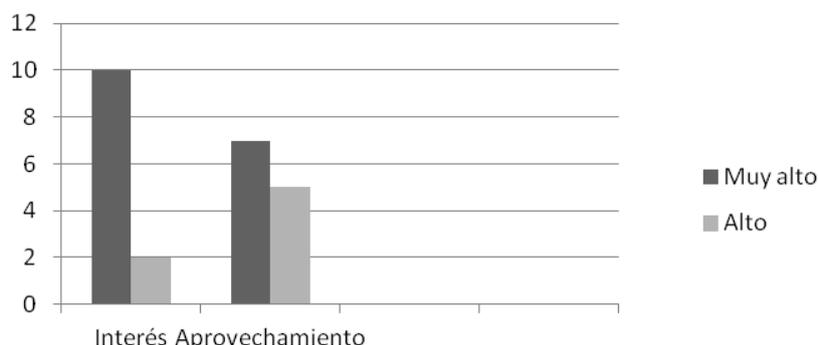


Figura 2: Grado de Interés y Aprovechamiento valorado por los profesores

3.1.2. Observación de la dinámica de trabajo en el aula

Para registrar la amplitud de la clase que realiza una conducta determinada, se utilizan 3 figuras diferentes: una línea vertical para indicar que lo realiza un solo alumno; un cuadrado cuando lo realiza un pequeño grupo de la clase y un rectángulo cuando lo realiza toda, o la mayor parte del aula. Para contabilizar la frecuencia, basta con contar cuántas de estas figuras se han registrado (ver tablas 1 y 2).

Para describir las observaciones que se realizan en las diferentes aulas, se establece un orden para favorecer la comprensión. En primer lugar, se hace una descripción de las condiciones físicas del aula, a continuación, se describe la dinámica del aula, explicando la competencia de los alumnos en Resolución de Problemas. Por último, se explican las competencias Sociopersonales observadas.

Centro consolidado

En este centro se evalúa una clase de 1º de Primaria. La luminosidad del aula es adecuada y las mesas están dispuestas algunas formando una L y otras formando un grupo, todos realizan la misma actividad. Llevan a cabo diversos ejercicios durante la sesión en los que se ven reflejadas las matemáticas. Utilizan material como regletas, tapas, el cuadro de la centena, etc. (ver tabla 1), trabajan también con el dinero: van dos alumnos a la venta (simbólica) del colegio, para ello llevan una hoja de registro en la que deben apuntar el producto comprado y su precio, luego se comenta con todos los compañeros en la pizarra. En cuanto a las soluciones que dan a los diferentes problemas que se les plantean, no sólo las razonan, sino que incluso varios alumnos saben y dicen las estrategias que utilizan. Además, es una clase muy participativa y que expresa su opinión (ver tabla 2). Respeta tanto el turno de palabra como a sus compañeros y se ayudan entre ellos, saliendo incluso a la pizarra cuando algún compañero lo necesita.

Centros de nueva incorporación

Se observan aulas de tres colegios distintos de nueva incorporación al Proyecto Newton: una clase de 4 años, otra de 5 años, una de 1º de Primaria y dos aulas de 2º de Primaria.

En un colegio se evalúa el aula de los alumnos y alumnas de 4 años. Tiene tanto una luminosidad como un orden destacables, con las mesas distribuidas en grupos y dispone de distintas zonas del aula para realizar diversas actividades, por ejemplo, un área de juego al final de la clase, en la cual se sitúa un pequeño y simbólico supermercado. En cuanto a la dinámica de la sesión, cada

grupo de mesas hace una actividad diferente, y hay que destacar que, aunque la mayoría responde a la profesora casi sin pensar bien el problema, utilizan las regletas para la mayoría de las actividades que llevan a cabo (ver tabla 1), dándoles a cada una el valor correcto que le corresponde. También la profesora utiliza los sellos de las regletas para los cuales, los niños tienen que averiguar su valor con la ayuda de las mismas, realizan incluso sumas. Es una clase bastante participativa (ver tabla 2).

En otro de los centros se evalúan tres aulas: una de Infantil de 5 años, otra de 1º de Primaria y una de 2º de Primaria.

La clase de Infantil de 5 años, a pesar de tener mucho material, se aprecia bastante ordenada, la luminosidad es adecuada y las mesas están colocadas por pequeños grupos. Cabe destacar la cantidad de material didáctico que utilizan: regletas, geoplanos, calculadora (tutorizados por los alumnos de primero), tangram (ver tabla 1). Además, es una clase que se muestra muy interesada en participar (ver tabla 2) y, aunque las actividades se plantean y comentan todas en voz alta, su realización es individual. En 1º de primaria las mesas están colocadas en forma de círculo y la profesora se mueve por toda la clase. En cuanto al orden y luminosidad, son ambos adecuados. Este curso ya trabaja la geometría, las medidas naturales, los números decimales y además saben diferenciar varios tipos de línea. Durante la sesión se plantean diferentes problemas y los alumnos exponen las diferentes operaciones que se pueden realizar para llegar a la misma solución. Se observa que cuando intentan resolver un problema y no pueden, recurren a las regletas o calculadora. Esta clase muestra ser menos participativa que las observadas anteriormente (ver tabla 2). En cuanto al aula de 2º de Primaria, al igual que el resto, está bien iluminada y ordenada, las mesas distribuidas por grupos. Hay que destacar de este alumnado la gran capacidad de razonamiento ante los diversos problemas que le plantea la profesora, además utilizan adecuadamente el material necesario (ver tabla 1), sobre todo las regletas que las usan prácticamente para todos los ejercicios. Otro dato interesante es que la mayor parte de la sesión discurre en inglés, ante lo cual los alumnos se les ve muy acostumbrados y se desenvuelven muy bien, incluso comprendiendo los datos que les aportan los problemas. Asimismo, destacar que es un grupo muy activo y participativo (ver tabla 2) y que, en cuanto al trabajo en equipo, aunque las tareas son individuales, siempre se realizan en voz alta y se comprueban las soluciones con los compañeros.

En el último centro de nueva incorporación se observa también una clase de 2º de Primaria, distribuidas las mesas por grupos, con luminosidad adecuada y ordenada, dando la impresión de amplitud. Cada grupo de mesas conformaba un equipo de trabajo, y los diferentes problemas que plantea el docente son resueltos en equipo, es decir, el profesor plantea un problema para toda la clase el cual se debe resolver por grupos. Cada grupo tiene el símbolo de un animal y durante la sesión el profesor los llama según el animal que les corresponde, animando y dinamizando la sesión continuamente, pasando por cada grupo para que los alumnos le expliquen la solución. Para la resolución de los problemas utilizan diferentes materiales como dinero simbólico, calculadora, etc. algunos problemas también los escenifican en la pizarra. De este grupo se debe señalar su gran capacidad para trabajar en equipo (ver tabla 2).

Centro control

En este colegio se observan 3 aulas: Infantil de 5 años, 1º de Primaria y 2º de Primaria. En el aula de 5 años, la luminosidad es adecuada y cuenta con bastante material, sin embargo, no es demasiado espaciosa. Los niños están distribuidos por grupos. Durante toda la sesión trabajan el número 9, por lo tanto, la solución que los alumnos deben dar es siempre 9. Resulta llamativo que trabajando con las regletas, no les den el valor correspondiente a cada una. De hecho, la profesora las llama “*palitos*” sin diferenciarlas ni por su tamaño ni por su color. Aunque todos trabajan el número 9, cada conjunto de mesas lo hace con materiales diferentes como plastilina (tienen que hacer 9 bolitas) o puzles (fichas en las que mediante un velcro los alumnos y alumnas deben colocar el número 9 en su



Evaluación del “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida” en Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria.

H. Zamora, R. Aciego, A. Martín-Adrián y E. Ramos

lugar, dentro de una pequeña serie de números) que cuando la profesora lo indica, se rota de mesa. La clase de 1º de Primaria, tiene buena luminosidad y está ordenada, las mesas están dispuestas en forma de U orientada hacia la mesa del profesor, el cual se sitúa dentro de esa U de pie durante toda la sesión acercándose a las mesas de los alumnos, con respecto a la dinámica de la sesión, todos los niños realizan la misma actividad al mismo tiempo. En otras ocasiones, resuelven problemas por parejas, cada pareja uno diferente. El profesor proyecta en la pizarra electrónica el libro que los niños están utilizando en la mesa. Para la resolución de problemas siguen la estructura: Datos-Operación-Solución, además el profesor les ayuda haciendo algún dibujo aclarativo en la pizarra. También utilizan el ábaco individualmente y, por ejemplo, en el caso de un problema relacionado con libros, utilizan éstos para resolverlo. En cuanto a las regletas, los alumnos conocen su valor, pero el profesor considera que es más rápido utilizar los dedos por lo que no usan este tipo de material (ver tabla 1). Cabe añadir que la clase es muy participativa y que trabajan en equipo cómodamente (por parejas) (ver tabla 2). Finalmente, la clase de 2º de Primaria tiene una adecuada luminosidad, es amplia y está ordenada. Las mesas están colocadas por parejas orientadas hacia la pizarra. La sesión discurre de un modo bastante monótono. Los alumnos se levantan para resolver los problemas en la pizarra digital pero la profesora no permite que se equivoquen, antes de que el niño o niña cometa algún error, ella le dice la solución. Además, si el alumno no sabe la solución, también se la dice, sin darle la oportunidad de pensar o razonar. Trabajan la geometría diferenciando entre figuras planas y en 3D: la docente pone en la pizarra electrónica los dibujos de las figuras y un audio con la explicación. A continuación, la profesora refuerza dicha explicación. Los enunciados de los problemas también se plantean a través de audios. A pesar de la monotonía de la sesión, los niños son bastante participativos (ver tabla 2).

Centros	Variables					
	Respuesta anticipada	Comprensión de datos	Utilizan material	Piensen el posible resultado	Razona la solución	Solución alternativa
Consolidado (1º primaria)	□ □	□	□ □ □ □	□	□	
Nueva inc. (4 años)	□ □ □	□ □ □ □	□ □ □	□	□ □	□ □
Nueva inc. (5 años)	□ □	□ □ □	□ □ □ □ □	□ □ □	□ □ □	
Nueva inc. (1º primaria)		□ □		□ □ □	□ □	
Nueva inc. (2º primaria)		□ □ □ □	□ □ □ □	□ □ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □	□ □
Nueva inc. (2º primaria)	□ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □	□ □ □ □	□ □ □ □ □ □ □	□ □ □ □ □ 	□ □
Control (5 años)		□ □ □ □	□ □ □	□ □ □		
Control (1º primaria)		□ □ □ □		□ □ □ □	□ □ □ □	
Control (2º primaria)		□ □ □ □ □		□ □ □ □ □	□ □ □	

| : Representa a un solo alumno □ : Representa a un pequeño grupo

□ : Representa a un grupo amplio o la totalidad de la clase

Tabla 1: Registro de la Competencia en Resolución de Problemas

Centros	Variables					
	Respetan turno de palabra	Respetan y ayudan a compañeros	Expresan su opinión	Participan activamente	Escuchan a los demás	Trabajan en equipo
Consolidado (1º primaria)	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐
Nueva inc. (4 años)	☐	☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐	☐	☐
Nueva inc. (5 años)	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐	☐
Nueva inc. (1º primaria)	☐			☐	☐	☐
Nueva inc. (2º primaria)	☐ ☐ ☐	☐ ☐		☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐
Nueva inc. (2º primaria)	☐ ☐ ☐ ☐ 	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐
Control (5 años)	☐	☐		☐ ☐	☐ ☐	☐ ☐ ☐
Control (1º primaria)	☐ ☐	☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐	☐
Control (2º primaria)	☐ ☐ ☐	☐ ☐	☐	☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐	☐	☐

| : Representa a un solo alumno ☐ : Representa a un pequeño grupo

☐ : Representa a un grupo amplio o la totalidad de la clase

Tabla 2: Registro de las Competencias Sociopersonales



3.2. Estudio 2. Análisis cuantitativo: Resolución de Problemas de Cálculo Mental

En cuanto al análisis de los resultados de los 84 alumnos (grupo consolidado, N = 27; nueva incorporación, N = 28; y grupo control, N = 29) evaluados en los ejercicios de cálculo mental, no se aprecian diferencias significativas en ninguno de los grupos con respecto a los dos primeros problemas, cuya operación consiste en sumar y restar respectivamente (ver tabla 3 y figura 3). Sin embargo, al analizar los tres últimos ejercicios que deben resolver los niños (multiplicar, dividir y un ejercicio en el que se tiene que identificar que no tiene solución), sí se observan diferencias significativas ($p \leq .001$). Las diferencias en los ejercicios de multiplicar y dividir están en el grupo consolidado, que es el que obtiene un resultado significativamente mejor que los otros dos grupos. Por su parte, en el ejercicio 5 que se corresponde con identificar que el problema no se puede resolver, es el grupo consolidado en el que se observa el mejor resultado ($\bar{x} = .89$), obteniendo el grupo de nueva incorporación ($\bar{x} = .25$) y el control ($\bar{x} = .00$).

Cálculo	Exp.1 Consolidado	Exp.2 Nueva incorporación	Nueva Control	Significación (p)	
				General	Múltiple
Cálculo 1 \bar{x}	1.00	.82	.86	.82	(1).168
(+) Dt	(.00)	(.39)	(.35)		(2).835 (3).061
Cálculo 2 \bar{x}	.89	.82	.76	.455	(1).351
(-) Dt	(.32)	(.39)	(.44)		(2).766 (3).742
Cálculo 3 \bar{x}	.81	.43	.24	.000***	(1).000***
(x) Dt	(.40)	(.50)	(.44)		(2).206 (3).004**
Cálculo 4 \bar{x}	.81	.36	.21	.000***	(1).000***
(/) Dt	(.40)	(.49)	(.41)		(2).327 (3).000***
Cálculo 5 \bar{x}	.89	.25	.00	.000***	(1).000***
(Sin sol.) Dt	(.32)	(.44)	(.00)		(2).007** (3).000***

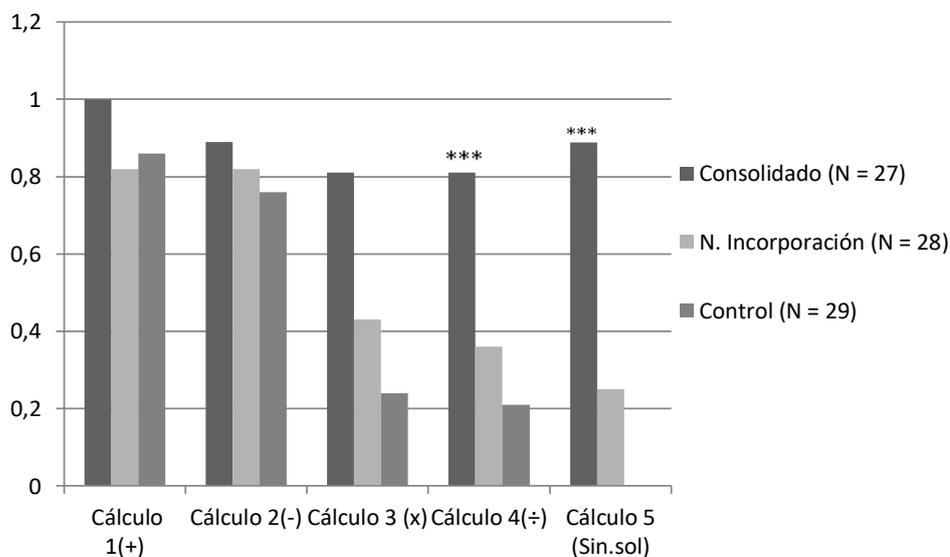
$p \leq 0.05$ (*), $p \leq 0.01$ (**), $p \leq 0.001$ (***)

Contrastes:

- (1) Consolidado vs control
- (2) Nueva incorporación vs control
- (3) Consolidado vs nueva incorporación

Tabla 3: Media de los ejercicios de Cálculo Mental¹

¹ La tabla recoge los siguientes valores estadísticos: Media (\bar{x}), 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 la diferencia no se debe a una mera coincidencia.



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

Figura 3: Medias de los ejercicios de cálculo mental

4. Discusión y conclusiones

Se cuenta con un informe que analiza el efecto de la acción formativa “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida” en los alumnos y alumnas de Educación Infantil y 1º y 2º de Educación Primaria, aspecto que hasta ahora no se había abordado debido a la dificultad que conlleva la evaluación en estas edades. Además, los resultados de esta investigación, muestran la efectividad de dicho proyecto, no sólo a través de los datos obtenidos en el alumnado, sino también gracias a la positiva valoración realizada por el profesorado con respecto al interés y aprovechamiento del mismo.

Como se ha venido mencionando a lo largo de este trabajo, y tal como defiende este Proyecto, resulta de gran importancia trabajar las matemáticas desde edades tempranas. No tanto con conceptos teóricos sino con materiales manipulativos y tangibles, pues cuanto mayor sea esa manipulación, mayor será la interiorización y asimilación de los conceptos matemáticos (Bruner, 1960; Consejo Escolar de Canarias, 2015; Lesh y Doerr, 2003; Lesh y English, 2013; Resnick, 1983).

Con respecto a la valoración de la acción formativa por el profesorado, cabe destacar los buenos resultados obtenidos, pues el 100% de ellos, tanto tutores como no tutores, consideran alto o muy alto el interés y el aprovechamiento del mismo. Por ello, como fortaleza podríamos extraer su disposición y actitud abierta a incorporar nuevos procedimientos, sin embargo, una debilidad detectada ha sido que una vez en el aula, no todos los docentes utilizan el material recomendado. Ante ello, se insiste en su utilización y se reitera las ventajas y avances que se logran en los alumnos.

En relación a los alumnos, por primera vez se ha conseguido registrar la acción formativa en aulas de Infantil y Primer Ciclo de Primaria. Por un lado, con el estudio cualitativo se han observado, en general, resultados favorables que demuestran la efectividad de este Proyecto, sobre todo en aspectos que tienen que ver con el manejo de las matemáticas, destacando la gran agilidad y



Evaluación del “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida” en Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria.

H. Zamora, R. Aciego, A. Martín-Adrián y E. Ramos

desenvoltura que muestra el alumnado cuyo profesorado se ha implicado en la acción formativa, utilizando los materiales adecuados en cada momento. Las diferencias observadas se dan sobre todo entre los grupos experimentales (independientemente de si se trata de consolidado o nueva incorporación) en contraste con el control o de comparación. Sin embargo, en el ámbito de competencias sociopersonales no se detectan diferencias relevantes, pues en general todos los alumnos observados muestran buenos hábitos en el aula como *ayudar a sus compañeros, respetar el turno de palabra, participar activamente en clase*, etc. Por otro lado, con respecto al estudio cuantitativo se detectan diferencias significativas en aquellos ejercicios que implican mayor dificultad (multiplicación, división y problema sin solución), especialmente a favor del grupo consolidado. Estos resultados muestran la superioridad del grupo consolidado con respecto tanto al grupo control como al grupo de nueva incorporación, aunque en este último caso la significación en el ejercicio de multiplicar es ligeramente menor. Además, hay que añadir que el grupo de nueva incorporación sólo ha sido superior al control en el ejercicio de identificar que el problema no tenía solución. Por último, cabe destacar la importancia de los resultados obtenidos sobre este último ejercicio. Ningún alumno del grupo control supo responder a este problema, lo que demuestra que nunca han practicado este tipo de ejercicios. Esta cuestión pone de manifiesto la veracidad de lo que había explicado un formador del Proyecto Newton y que fue comentado al principio de este informe, relacionado con que hoy en día los niños reproducen y contestan lo que el maestro espera, pero sin haber comprendido los conceptos. Frente al resultado del grupo control, el 89% de los alumnos del centro consolidado sí que ha detectado que dicho problema no se podía resolver por no disponer de los datos necesarios para ello. Por su parte, el 25% del grupo de nueva incorporación también ha sabido responder adecuadamente este ejercicio, lo cual demuestra dos cosas; por un lado, que este alumnado se ve beneficiado de la acción formativa del Proyecto, y por otro que, aunque ha obtenido mejor resultado que el grupo control, sigue siendo una media bastante inferior a la del grupo consolidado. Ello es un indicador de que cuanto más tiempo lleva el profesorado implicado en esta formación, más familiarizado estará con esta dinámica de trabajo y mejores resultados obtendrá su alumnado. Por todo ello, se puede concluir que el “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida” también resulta positivo para los más pequeños del colegio, favoreciendo un mejor desarrollo de sus competencias matemáticas.

Bibliografía

- Alsina, A., Alsina, C., Batllori, R., Alsina, M., Carreras, L., Burgués, C., Bosch, E., Codina, R., Aymerich, C., Cárdenas, J.J., Badillo, E., Aubanell, A., Edo, M., Estebanell, M., Fortuny, J.M., Beaumont, A., Cumba, A., Casí, A., Doñate, M.J., y García, E. (2009). *Educación matemática y buenas prácticas: infantil, primaria, secundaria y educación superior*. Graó.
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. New York: Vantage Books.
- Consejo Escolar de Canarias (2015). *Proyecto Newton “Matemáticas para la vida”: Una vía para el aprendizaje significativo de las matemáticas*. [Elaboración técnica: XXX, YYY, Guacimara Pérez Cartaya, María Dolores Berriel Martínez y José Joaquín Ayala China]. La Laguna: Consejo Escolar de Canarias. -Gobierno de Canarias (ISBN: 978-84-608-3133-4) http://www.consejoescolardecnariarias.org/wpcontent/uploads/2015/10/DOCUMENTO_EJECUTIVO_PROYECTO_NEWTON_2015.pdf
- De Castro, C., Molina, E., Gutiérrez, M. L., Martínez, S., y Escorial, B. (2012). Resolución de problemas para el desarrollo de la competencia matemática en Educación Infantil. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 80, 53-70.
- Gobierno de Canarias (2016). Consejería de Educación y Universidades. Gobierno de Canarias. Recuperado de: <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/>
- Godino, J. D. (2002). Competencia y comprensión matemática: ¿Qué son y cómo se consiguen? *Uno: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 8 (29), 9-19.
- Kamii, C. (1985) (2nd ed., 2000). *Young children reinvent arithmetic*. New York: Teachers College Press. [Edición en castellano: Kamii, C. (1994). *El niño reinventa la aritmética: implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid: A. Machado Libros S.A].

- Kamii, C. (1989) (2nd ed., 2004). *Young children continue to reinvent arithmetic 2nd grade*. New York: Teachers College Press. [Edición en castellano: Kamii, C. (1995). Reinventando la aritmética (I-III): implicaciones de la teoría de Piaget. Madrid: Visor].
- Kamii, C. (1994). *El niño reinventa la aritmética: implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid: A. Machado Libros S.A.
- Kamii, C., & Russell, K. A. (2010). The Older of Two Trees: Young Children's Development of Operational Time. *Journal for research in mathematics education*, 41, 6-13.
- Kamii, C., & Russell, K. A. (2012). Elapsed time: why is it so difficult to teach? *Elapsed time: why is it so difficult to teach?* 43, 296-315.
- Lesh, R., & English, L. (2013). Problem Solving in the Primary School (K-12). *The Mathematics Enthusiast*, 10 (1&2), 35-60.
- Lesh, R. & Doerr, H. (2003). *Beyond constructivism: A Models & Modeling Perspective on Mathematics Teaching, Learning, and Problems Solving*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Resnick, L. B. (1983). Mathematics and science learning: A new conception [Abstract]. *Science*, 220 (4596), 477-478.

María Haridian Zamora Marrero. Graduada en Psicología en la Universidad de La Laguna, Campus de Guajara, s/n. 38205 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.
Dirección electrónica: harizama@gmail.com

Ramón Aciego de Mendoza Lugo. Profesor Titular de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de La Laguna, Campus de Guajara, s/n. 38205 La Laguna, Santa Cruz de Tenerife. Entre sus temas de investigación, actualmente centra su atención en: Resolución de problemas matemáticos: procesos psicológicos e implicaciones instruccionales; Ajedrez como recurso educativo; Estrategias y programas para el crecimiento personal y desarrollo de valores en adolescentes.
Dirección electrónica: raciego@ull.es

Antonio Ramón Martín Adrián. Maestro, especialista en matemáticas y formador de formadores. Consejería de Educación del Gobierno de Canarias.
Dirección electrónica: tonycapicua@yahoo.es

Eladio Ramos. Doctor en Psicología, coordinador técnico educativo del Consejo Escolar de Canarias y profesor de la UNED. Ha impartido docencia en la Universidad, en Primaria y en Adultos y ha sido orientador en distritos educativos de Tenerife. Su formación y experiencia como docente e investigador se ha centrado en inteligencia emocional, clima escolar, competencias, convivencia, educación en valores y atención a la diversidad cultural.
Dirección electrónica: eladio@consejoescolardecnarias.org

