

Evaluación Proyecto Newton 2015-2016

Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria

Alumna: María Haridian Zamora Marrero

Tutor: Ramón Aciego de Mendoza Lugo

**Trabajo de Fin de Grado de
Psicología**

Universidad de La Laguna

Curso académico 2015-2016

Resumen

Se evalúa el efecto del *Proyecto Newton. Matemáticas para la vida* en Infantil y Primer Ciclo de Educación Primaria. Desde una aproximación cualitativa, se recoge por un lado la valoración del profesorado y por otro se observa la dinámica de trabajo en el aula. En este primer estudio participan 12 docentes y aproximadamente 200 alumnos de cinco centros: 1 con larga participación en el Proyecto; 3 de nueva incorporación; y 1 grupo control. El estudio cuantitativo evalúa el rendimiento del alumnado en una prueba de resolución de problemas de cálculo mental. Se utiliza un diseño cuasiexperimental y transversal: grupo consolidado, 2 años participando en el programa (N = 27); grupo de nueva incorporación (N = 28); y grupo control (N = 29). Existe unanimidad en cuanto al elevado interés y aprovechamiento que ha despertado el proyecto en el profesorado. En la observación de la dinámica de trabajo, resalta la mejora de los grupos experimentales en la competencia matemática, sin constatar diferencias en las competencias sociopersonales. El análisis cuantitativo muestra que es en los problemas de operaciones complejas (implican operaciones de multiplicar, dividir y sin solución) donde se dan diferencias significativas, especialmente entre el grupo experimental consolidado y el control.

Palabras clave: competencia matemática, cálculo mental, competencia sociopersonal, educación infantil, educación primaria.

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. From a qualitative approach, it is collected on the one hand the assessment of teachers and on the other hand, dynamics of work is observed in the classroom. In this first study 12 teachers and about 200 students participate from five centers: 1 with long involvement in the project; 3 new addition; and one control group. The quantitative study assesses student performance on a test of problem solving of mental arithmetic. A quasi-experimental and cross design is used: Consolidated group, 2 years participating in the program (N = 27); new addition group (N = 28); and control group (N = 29). There is unanimity about the high interest and achievement that has attracted project staff. In observing the dynamics of work, emphasizes the improvement of the experimental groups in mathematical competence, without finding differences in personal skills. The quantitative analysis shows that is in the problems of complex operations (operations involving multiply, divide and unsolvable) where significant differences occur, especially among the established experimental group and control group.

Keywords: mathematical competence, mental arithmetic, personal skill, Pre-school education, Primary Education.

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 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, la competencia matemática en Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria. De un modo general, las competencias matemáticas propuestas en PISA 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 Infantil, las competencias de pensamiento y razonamiento, se pueden desarrollar. En cambio, la competencia de argumentación también se podría trabajar pero de manera más escasa. Por tanto, la competencia matemática en Educación Infantil lleva 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 defiende que lo importante en estas edades es la manipulación, pues sin ella, posteriormente no habrá consolidación.

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: la 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, hay que decir que Alsina et al., en 2009 dijeron que 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., 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* 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; Martín-Adrián, 1999).

Por último, resulta interesante mencionar 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 los alumnos y alumnas: en cuanto a los maestros, se ha visto que se muestran más abiertos y accesibles así como receptivos a la hora de recibir la formación de nuevos conceptos; con respecto al alumnado, se ha observado una mejoría en sus procedimientos matemáticos, como podrían ser el razonamiento y la comprensión. Además, el proyecto ha promovido en ellos una actitud más activa y positiva hacia las matemáticas (Consejo Escolar de Canarias, 2015).

Ahora bien, el único aspecto que aún no había cubierto este proyecto es la evaluación de Educación Infantil y Primer Ciclo de Educación Primaria, pues hasta el momento, sólo se contaba con la valoración del profesorado. Por ello, esta investigación se plantea los siguientes objetivos:

- Conocer la satisfacción del profesorado con el Proyecto Newton.
- Conocer y describir cuál es el efecto del Proyecto Newton en el alumnado de Infantil y Primer Ciclo de Primaria, tanto desde una aproximación cualitativa como cuantitativa. En la aproximación cualitativa, además de la competencia matemática, se contempla la competencia sociopersonal.

Método

Participantes

Estudio 1: Aproximación cualitativa

1.1 Valoración del profesorado

Para el estudio sobre la evaluación del proyecto por parte de los docentes, los participantes son 12 profesores en total, 8 tutores y 4 no tutores.

Estos profesores pertenecen a 3 centros de Educación Infantil y Primaria de la isla de Tenerife.

1.2 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.

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

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

Descripción de la acción formativa:

Para conocer de manera exhaustiva el funcionamiento 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 formadores del Proyecto.

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 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 veía 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 estas sesiones 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 dicha acción formativa 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 acción formativa con profesorado de Educación Infantil y Primer Ciclo de Primaria:

El inicio de la sesión el formador lo dedica a comentar con los maestros si se ha llevado a cabo lo impartido en la sesión anterior, y se explican brevemente los resultados obtenidos, resolviendo también dudas que les hayan podido surgir a los docentes en sus aulas. Además durante toda la sesión el formador plantea 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, argumentando que hoy en día los niños reproducen y contestan lo que el maestro espera, pero sin haber comprendido los conceptos. Comenta también que las matemáticas de primaria se basan en la composición y descomposición de números. Para ello se persiste en la idea de la utilización del material que propone el proyecto, materiales tangibles, que el alumno pueda tocar y manipular. Algunas de estas herramientas para las cuales el profesorado también ha sido formado 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)

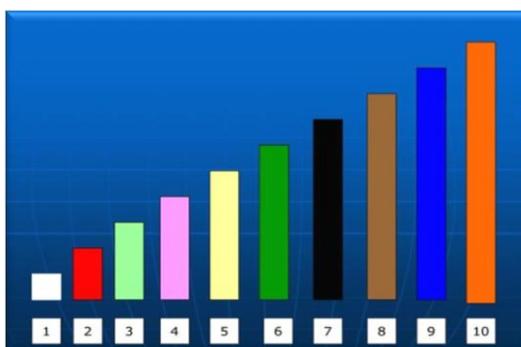


Figura 1: “Regletas de Cuisenaire”

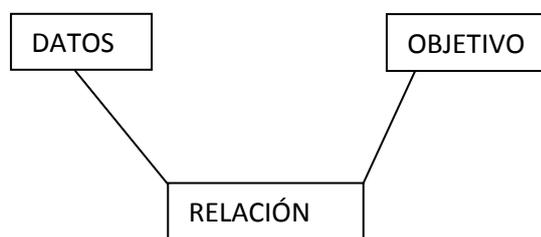
Bloques de base 10, que se utilizan para trabajar con los sistemas de numeración en 1º de primaria.

El formador también remarca que, aunque estas técnicas requieren tiempo para acostumbrarse y trabajar con ellas, son mucho más útiles que las fichas o los libros convencionales (los cuales son mecánicos), pues fomentan el razonamiento. Justifica que los niños 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, considera 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 la recomienda para el resto de cursos de Educación Infantil y Primaria. La estructura para resolver

adecuadamente un problema que defiende el Proyecto Newton y que el formador imparte en esta acción formativa es la 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 palpable: 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 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 no vaya a “boleo” sino que será más certero y tendrá en cuenta su experiencia. En estas edades los niños no saben lo que es pensar, por eso hay que explicar todo lo que se hace en voz alta, 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 a los alumnos a que, cuando lleguen a tercer curso, sepan la secuencia de los hábitos mentales que deben manejar.

Resulta importante comentar que los profesores que reciben la acción formativa expresan que, gracias a este tipo de procedimientos, se ha logrado que a sus alumnos les gusten las matemáticas, prefiriendo esta asignatura antes que otras.

Llegados a este punto, se muestra a continuación de manera esquemática los contenidos tratados en esta sesión de formación a maestros 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, 1º y 2º.
- Resolución de problemas en Infantil y 1º Ciclo de Primaria.
 - o *Adaptación del modelo del proyecto Newton.*
 - o *Estrategias iniciales a incorporar.* Modelización y ensayo-error. Introducción de organización de la información 2º y 3º.
- Uso de materiales estructurados y no estructurados: regletas, tapas, cubos de base 10, cubos encajables, números Montessori, etc.

Resulta importante puntualizar que en una conversación mantenida con el formador, comenta que las acciones formativas las prepara concretando ciertos puntos que se deben tratar forzosamente, pero que luego el transcurso debe ser espontáneo y fluido, tratando temas que surjan en ese momento.

Evaluación de la acción formativa:

Estudio 1: Aproximación cualitativa

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.

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.

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.

Diseño

Estudio transversal, ya que tiene lugar en un único momento, en el que se miden 3 grupos: consolidado (recibe la acción formativa del Proyecto Newton desde hace dos años); nueva incorporación (8 meses formando parte del proyecto); y 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.

Resultados

Estudio 1: Aproximación Cualitativa

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).

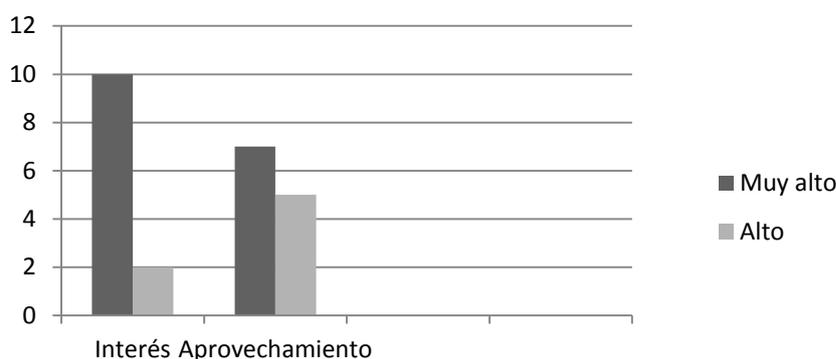


Figura 2: Grado de Interés y Aprovechamiento valorado por los profesores

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 la 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 3 colegios distintos de nueva incorporación al Proyecto Newton: una clase de 4 años, otra de 5, 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 tabla1). 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 estos alumnos 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 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).

Tabla 1

Registro de la Competencia en Resolución de Problemas

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 2

Registro de las Competencias Sociopersonales

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

Estudio 2. Análisis cuantitativo: Resolución de Problemas de Cálculo

Mental

En cuanto al análisis de los resultados de los alumnos 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 tabla3 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 ($\bar{x} = .00$).

Tabla 3

Media de los ejercicios de cálculo mental

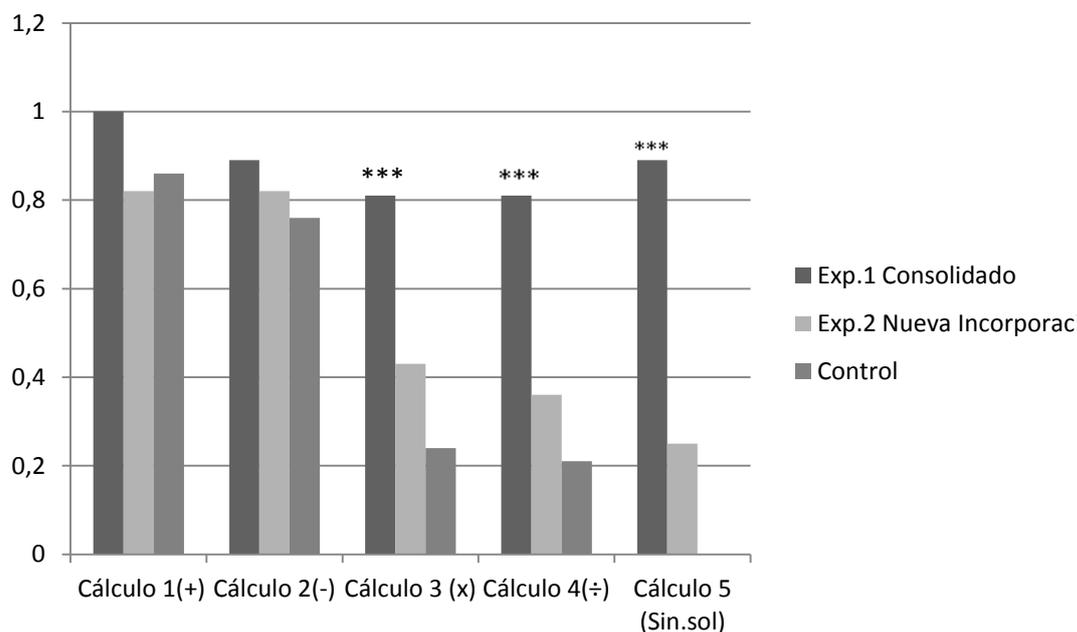
Cálculo	Exp.1 Consolidado	Exp.2 Nueva incorporación	Control	Significación		
				General	Múltiple	
Cálculo 1 (+)	\bar{x} Dt	1.00 (.00)	.82 (.39)	.86 (.35)	.82	(1).168 (2).835 (3).061
Cálculo 2 (-)	\bar{x} Dt	.89 (.32)	.82 (.39)	.76 (.44)	.455	(1).351 (2).766 (3).742
Cálculo 3 (x)	\bar{x} Dt	.81 (.40)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



P ≤ 0.05 (*), p ≤ 0.01 (**), p ≤ 0.001 (***)

Figura 3: Medias de los ejercicios de cálculo mental

Discusión y conclusiones

Finalmente se ha conseguido elaborar un informe sobre alumnos de Infantil y Primer Ciclo de primaria que aborda el efecto de la acción formativa del Proyecto Newton, aspecto que hasta ahora no se había abordado debido a la dificultad que conlleva la evaluación de alumnos y alumnas de 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 y como defiende el “Proyecto Newton. Matemáticas para la vida”, 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 que este Proyecto provoca en ellos, lo que resulta destacablemente positivo. Por ello, como fortaleza podríamos extraer su

disposición y actitud abierta a aprender nuevos conceptos, sin embargo, una debilidad detectada ha sido que una vez en el aula, no todos los docentes utilizan el material recomendado. Ante ello el Proyecto Newton insiste en su utilización y 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 obtenido 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 desenvoltura que mostraron los alumnos de este Proyecto, utilizando los materiales adecuados en cada momento. Las diferencias observadas se dan sobre todo entre los grupos experimentales (independientemente si es el consolidado o el de nueva incorporación) y el control. Sin embargo, en el ámbito de competencias sociopersonales, no se detectan diferencias, 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, lo que puede ser un indicador de que cuanto más tiempo lleva el profesorado recibiendo la formación del Proyecto, más familiarizado estará con esa dinámica de trabajo y mejores resultados obtienen los alumnos. Por todo ello, se puede concluir que el *Proyecto Newton. Matemáticas para la vida* resulta no sólo positivo sino necesario para un mejor desarrollo de la habilidad matemática, empezando por los más pequeños del colegio.

En este sentido y para futuras investigaciones, resultaría especialmente útil para el Proyecto el tener constancia de si realmente todos los profesores llevan a las aulas la acción formativa que reciben, así como el saber en todo momento de qué manera lo hacen. De este modo, a la hora de analizar los

resultados, en caso de que éstos no fueran del todo favorables, se tendría la certeza de que el error está en el Proyecto y no cabría la duda de que quizás fuera el docente el que no lo desarrolla en el aula correctamente.

Referencias

- 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., Casi, A., Doñate, M.J., y García, E. (2009). *Educación matemática y buenas prácticas: infantil, primaria, secundaria y educación superior* (257). 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: Ramón Aciego de Mendoza, José Eladio Ramos Cáceres, Guacimara Pérez Cartaya, María Dolores Berriel Martínez y José Joaquín Ayala Chinaa]. La Laguna: Consejo Escolar de Canarias. - Gobierno de Canarias (ISBN: 978-84-608-3133-4) http://www.consejo escolardec Canarias.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.org. (2016). Educación. 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.
- Martín-Adrián, A. (1999). Las regletas de Cuisenaire. Actividades sobre longitud, área, perímetro y volumen. *NÚMEROS. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 37, 19-28.
- Resnick, L. B. (1983). Mathematics and science learning: A new conception [Abstract]. *Science*, 220 (4596), 477-478.