

ENSEÑANZA DE LA PROGRAMACIÓN PARA MEJORAR LAS HABILIDADES MATEMÁTICAS EN NIÑOS DE INSTITUCIONES OFICIALES DE EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA EN COLOMBIA: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA

TEACHING PROGRAMMING TO IMPROVE MATH SKILLS IN CHILDREN FROM PRIMARY SCHOOLS IN COLOMBIA: A METHODOLOGICAL PROPOSAL

ENSEIGNER LA PROGRAMMATION POUR AMÉLIORER LES COMPÉTENCES EN MATHÉMATIQUES CHEZ LES ENFANTS DES ÉCOLES PRIMAIRES EN COLOMBIE: UNE PROPOSITION MÉTHODOLOGIQUE

Autores:

CARLOS ANDRÉS PALMA SUÁREZ

Grupo de Investigación de Preservación e Intercambio Digital de Información y Conocimiento PRISMA.

Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB

Avenida 42 No. 48 – 11 Bucaramanga, Colombia

Correo-e: cpalma@unab.edu.co

ROMÁN EDUARDO SARMIENTO PORRAS

Grupo de Investigación de Preservación e Intercambio Digital de Información y Conocimiento PRISMA.

Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB

Avenida 42 No. 48 – 11 Bucaramanga, Colombia

Correo-e: rsarmiento@unab.edu.co

ENSEÑANZA DE LA PROGRAMACIÓN PARA MEJORAR LAS HABILIDADES MATEMÁTICAS EN NIÑOS DE INSTITUCIONES OFICIALES DE EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA EN COLOMBIA: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA

TEACHING PROGRAMMING TO IMPROVE MATH SKILLS IN CHILDREN FROM PRIMARY SCHOOLS IN COLOMBIA: A METHODOLOGICAL PROPOSAL

ENSEIGNER LA PROGRAMMATION POUR AMÉLIORER LES COMPÉTENCES EN MATHÉMATIQUES CHEZ LES ENFANTS DES ÉCOLES PRIMAIRES EN COLOMBIE: UNE PROPOSITION MÉTHODOLOGIQUE

RESUMEN

Se desarrolló un proyecto que buscó como resultado generar un modelo inicial de trabajo para enseñar a niños pertenecientes al grado 5° de educación básica primaria (con edades entre 9 y 11 años) la elaboración de macroinstrucciones a partir del entendimiento de procesos lógicos utilizando herramientas software de apoyo y técnicas de enseñanza para estos temas. El proyecto se ejecutó en dos fases: (1) una teórica para establecer el plan de área propuesto para la aplicación en un curso, y (2) una práctica en la que se aplicó en un grupo experimental para contrastar indicadores de la habilidad de resolución de problemas matemáticos frente a un grupo de control. Se aplicó el modelo propuesto en una institución educativa en el municipio de Girón (Santander, Colombia), pretendiendo mejorar las competencias matemáticas en estudiantes de primaria y generar habilidades que podrían plantearse en modelos de formación tecnológica en niveles básicos de educación.

Palabras clave: Programación, enseñanza, educación primaria, matemáticas, resolución de problemas, metodología

ABSTRACT

A project that sought as a result generate an initial working model to teach computer programming in 5th grade elementary education to children (ages 9 - 11) understanding of logical processes is developed using software tools support and teaching techniques for these issues. The project was implemented in two phases: (1) to establish a theoretical proposed for use in a course plan area, and (2) to develop a practice in an experimental group to contrast indicators solving skills mathematical problems compared to a control group. The project was applied in an educational institution in the town of Giron (Santander, Colombia), pretending improve math skills in elementary students and build skills that might arise in models of technological training in basic levels of education model.

Keywords: Programming, elementary education, math, problem solving, methodology

RÉSUMÉ

Un projet qui a demandé en conséquence de générer un modèle de travail initial pour enseigner aux enfants de la 5e année de l'enseignement primaire de base (à partir de 9 et 11) macros développement de la compréhension des processus logiques est développé en utilisant des outils logiciels soutien et les techniques d'enseignement pour ces questions. Le projet a été réalisé en deux phases: (1) d'établir un théorique proposé pour une utilisation dans une zone de plan de cours, et (2) une pratique qui a été utilisé dans un groupe expérimental de contraste indicateurs compétences en résolution de problèmes mathématiques comparés à un groupe témoin. Proposée dans un établissement d'enseignement dans la ville de Giron (Santander, Colombie), prétendant améliorer les compétences en mathématiques chez les élèves du primaire et à acquérir des compétences qui pourraient survenir dans les modèles de formation technologique dans des niveaux de base de modèle d'éducation a été appliquée.

Mots-clés: la programmation, l'enseignement primaire, les mathématiques, la résolution de problèmes, la méthodologie

1. INTRODUCCIÓN

Para los niños que terminan su educación básica primaria, los procesos de razonamiento y desarrollo lógico-matemáticos son competencias muy importantes que deben adquirir con el fin de comprender y resolver problemas de diversas complejidades para su nivel, realizando procesos de formulación, comparación y ejercitación de procedimientos, y logrando con ello prepararlos también para “el manejo de calculadoras, el uso de hojas de cálculo, la elaboración de macroinstrucciones y aun para la programación de computadores.” (Ministerio de Educación Nacional, 2003). Dado el creciente impacto en la apropiación y uso de las tecnologías de la información y la comunicación – TIC, se ha generado la necesidad de capacitar personas para que adquieran habilidades lógicas y matemáticas, viéndose esto reflejado en proyectos a nivel nacional (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2011) como internacional (Code.org, 2013). Lograr establecer una forma de enseñar los procesos lógicos y matemáticos como secuenciación y manipulación de información en los niños, podría entonces generarles la adquisición de habilidades en la elaboración de secuencias de instrucciones que son la base fundamental en el desarrollo de diversos sistemas software en el futuro, además de contribuir de alguna manera significativa con el mejoramiento de sus competencias matemáticas.

2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Problemática

Durante los últimos años, como lo demuestran los resultados de las pruebas SABER de los años 2002 – 2005 – 2009 en el área de matemáticas en el nivel 5° de educación básica primaria (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - ICFES, 2010), se ha visto un deterioro notable en la calidad educativa en el área. La deficiencia en estas áreas

influye en la dificultad en adquirir nuevas competencias en los grados superiores de educación media. Este deterioro en la calidad se ve incluso reflejado en las penúltimas y últimas pruebas internacionales PISA, organizadas por la OECD (OECD Programme for International Student Assessment, 2010), las cuales muestran a Colombia en un preocupante nivel de desempeño académico en las áreas de lectura, matemáticas y ciencias, ocupando el puesto 52 en el año 2009, y el puesto 62 en el 2012 entre 65 países.

Uno de los aspectos que abarca la enseñanza tecnológica está en la comprensión de los procesos lógicos como fases secuenciales de operaciones, concordando en buena parte con uno de los cinco procesos generales de la actividad lógica-matemática, según se presenta en los Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas (Ministerio de Educación Nacional, 2003) en los cuales la formulación, comparación y ejercitación de procedimientos, son procesos que se enseñan a los estudiantes para construir y ejecutar en forma precisa un conjunto de procedimientos secuenciales y lógicos llamados *algoritmos*. Se podría afirmar entonces que la enseñanza de la formulación de procesos secuenciales en los niños es un tema que atañe, no solo al área de conocimiento matemático sino también al área tecnológica. Una propuesta de iniciar en los niños de 5° de primaria la enseñanza de elaboración de instrucciones secuenciales se vuelve una herramienta complementaria que ayudaría a generar y mejorar competencias en las áreas de matemáticas y de tecnología. En este punto surgió una gran incógnita para abordar este tema:

¿De qué manera es posible mejorar el desarrollo de las capacidades de razonamiento para resolución de problemas, en los niños de grado 5° de educación básica primaria, en algunas instituciones de educación de Bucaramanga?

De este gran interrogante, surgieron otras preguntas más específicas para lograr comprender y generar su respuesta: ¿De qué manera se podría presentar la temática de la lógica y la secuenciación para la resolución de problemas a partir de la generación de instrucciones? ¿Qué metodologías y técnicas de enseñanza serían adecuadas para orientar en esta temática? ¿Qué herramientas adecuadas y de fácil acceso existen para la enseñanza de este tema y qué características deberían tener? ¿Qué metodologías de enseñanza brindan a los niños en algunos países considerados como tecnológicamente adelantados en el área de tecnologías de la información? ¿Cómo se podría aplicar las metodologías y técnicas de enseñanza y combinarla con herramientas que ayuden en el aprendizaje de la lógica de la programación? ¿Qué eficacia tendría este proceso de enseñanza en el mejoramiento de las competencias de resolución de problemas y cómo se mediría?

2.2 Hipótesis y objetivos de la investigación

La hipótesis que se planteó en este trabajo fue la siguiente:

Es posible mejorar las capacidades de razonamiento en cuanto a secuencialidad y desarrollo de procesos lógico-matemáticos para resolución de problemas, en los niños pertenecientes al grado 5° de educación básica primaria mediante el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación con el fin de vincular la enseñanza de la lógica algorítmica desde temprana edad.

Para ello se puede utilizar una o varias herramientas software de apoyo determinadas a partir de un proceso de selección de las más adecuadas para este fin, aplicando una combinación de estrategias tomadas a partir de referentes aplicados efectivamente en varios países, y por último, planteando un conjunto de actividades para ser aplicadas dentro de un plan curricular propuesto, y complementando el plan existente de la asignatura de tecnología e informática de educación básica primaria para el nivel académico propuesto.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Basados en la pregunta de investigación y la hipótesis, se realizó una revisión de la literatura basado en una búsqueda de documentos y sitios web relevantes con la enseñanza de lenguajes de programación educativos encontrados en las librerías digitales SCOPUS, ACM, ScienceDirect, IEEEExplore y el motor de búsqueda Google Scholar en áreas de investigación referentes a ciencias de la computación y enseñanza de programación para niños y/o jóvenes, dando mayor relevancia a documentos más citados, a publicaciones más recientes, y tomando como ventana de observación un lapso de 10 años.

Esta revisión evidenció varias experiencias de enseñanza de programación en niños y jóvenes en diferentes instituciones alrededor del mundo, pudiendo generarse una caracterización inicial a partir de 18 experiencias en las cuales han utilizado la enseñanza de la programación en contextos entre los que se incluyen creación de historias (Burke & Kafai, 2010; Kelleher, Pausch, & Kiesler, 2007), conservación del medio ambiente y salud (Javidi & Sheybani, 2009), procesamiento de sonidos musicales (Meyers, Cole, Korth, & Pluta, 2009), escenarios para preparación de recetas (Tarkan, y otros, 2010), control de transporte (Liu, Cheng, & Huang, 2011), modelamiento matemático (Abramovich, 2013), modelamiento funcional (Felleisen, Findler, Flatt, & Krishnamurthi, 2009), y tecnológicos como programación de robots reales (Sipitakiat & Nusen, 2012), programación de computadores (Wolz, Leitner, Malan, & Maloney, 2009), uso de videojuegos para cumplimiento de objetivos (Lee & Ko, 2011; Rodger, y otros, 2010; Rogozhkina & Kushnirenko, 2011; Tomcsányiová & Tomcsányi, 2011), creación de videojuegos (Doerschuk, Liu, & Mann, 2012), flujos (Zuckerman, Arida, & Resnick, 2005; Valente, 2004) y multimedia (Rizvi, Humphries, Major, Jones, & Lauzun, 2011).

Se generó una compilación de los temas presentados en estas experiencias, determinando los contextos y las particularidades para la aplicación de estos temas, como la selección de las edades en los niños para la explicación de estos conceptos (Utting, Cooper, Kölling, Maloney, & Resnick, 2010) y los contextos apropiados para la aplicación de estos nuevos conceptos, enfocados principalmente a la resolución de problemas (Grover, 2009). Por otra parte se encontraron diversos sistemas de clasificación de herramientas de programación para la enseñanza (Tarkan, y otros, 2010) en los que se encontraron lenguajes de programación visuales y sistemas de programación tangibles, un conjunto de atributos o características con los que debe contar las herramientas de enseñanza (Kelleher & Pausch, 2005; Lamerás, Smith, Moumoutzis, Christodoulakis, Ovcin, & Stylianakis, 2010) y características de sistemas para trabajar con lenguajes de programación especialmente diseñados para la enseñanza de la programación (Schwartz, Stagner, & Morrison, 2006). En cuanto a las técnicas para la aplicación de estos tipos de enseñanza, se encontró que se trabajó en torno a la creación del pensamiento algorítmico en los niños, a través de la

generación del interés por este aprendizaje, balanceando aspectos educativos y motivacionales (Repenning & Ioannidou, 2008), mediante el uso de juegos para la enseñanza (Kirriemuir & McFarlane, 2004; Mitchell & Savill-Smith, 2004), presentándoles una oportunidad de construir proyectos de la vida real para solucionar problemas específicos (Hug, Guenther, & Wenk, 2013), utilizando la tecnología no solo para la programación sino combinándolo con otros temas en otros contextos (Wen-Yu Lee & Tsai, 2013), y estableciendo un conjunto de prácticas tanto metodológicas, organizativas y curriculares (Martín Fraile, 2011). Finalmente se encontró un escenario evaluativo para determinar la capacidad de resolución de problemas en los niños (Agina, 2012).

4. MÉTODO

Se realizó esta investigación en dos fases, la primera consistió en una preparación de los elementos teóricos y la adquisición de los recursos necesarios para generar una propuesta curricular; la segunda fase consistió en la aplicación de la propuesta a un grupo de estudio de la institución, con el fin de desarrollar una comparación de habilidades matemáticas frente a otro grupo de estudio al cual no se le aplicó el plan propuesto y estableciendo diferencias posibles luego de la intervención.

4.1 Fase 1

En la primera fase se utilizó la revisión de la literatura como base para establecer comparaciones de técnicas a partir de las experiencias encontradas en otros países.

Tabla 1. Técnicas encontradas para la enseñanza de la programación

Técnica	Experiencias en que se aplicó
Uso de videojuegos para la enseñanza	Rogozhkina & Kushnirenko (2011); Lee & Ko (2011)
Creación de proyectos con temática fija	Liu, Cheng, & Huang (2011); Valente (2004); Sipitakiat & Nusen (2012); Zuckerman, Arida, & Resnick (2005); Tarkan, y otros (2010)
Creación de entornos para generación de situaciones	Felleisen, Findler, Flatt, & Krishnamurthi (2009); Wolz, Leitner, Malan, & Maloney (2009); Burke & Kafai (2010); Kelleher, Pausch, & Kiesler (2007); Meyers, Cole, Korth, & Pluta (2009); Rizvi, Humphries, Major, Jones, & Lauzun (2011)
Creación de videojuegos	Doerschuk, Liu, & Mann, (2012), Javidi & Sheybani (2009), Rodger, y otros (2010)
Herramientas computacionales como apoyo a la resolución de problemas	Abramovich (2013)
Generación de torneos o competencias	Tomcsányiová & Tomcsányi (2011)

Dadas las restricciones en recursos (no disponibilidad de archivos gráficos o multimedia para creación de proyectos) y tiempo (desarrollo durante un bimestre académico) para la preparación y aplicación del proyecto, se determinó que la técnica del uso de videojuegos sería la indicada. Debido a eso, en esta primera fase también se generó una comparación de las herramientas más adecuadas teniendo como criterio inicial el uso de la técnica de uso de videojuegos y basados en los parámetros encontrados en la revisión de literatura. Al hacer la revisión, se encontró que se podrían utilizar dos herramientas en la

web: Lightbot (Armor Games, 2005; Yaroslavski, 2013) y Blockly (Google Project Hosting, 2011).

Una vez determinadas las técnicas y herramientas se procedió a establecer un plan de área que presentara una serie de elementos entre los que se incluyen la identificación de los objetivos para el área, los contenidos y temas a presentar en el área, las actividades pedagógicas requeridas con sus metodologías de aplicación, sus distribuciones del tiempo y secuencias del proceso educativo, los materiales didácticos y recursos adicionales de soporte los logros, competencias y conocimientos que se deben alcanzar, y los criterios y procedimientos de evaluación con sus indicadores de desempeño (Ministerio de Educación Nacional, 2013).

Tabla 2. Parámetros encontrados para evaluar herramientas a usar en la enseñanza de la programación

Área de análisis	Kelleher y Pausch (2005)	Lameras y colaboradores (2010)	Schwartz, Stagner y Morrison (2006)
Usabilidad	Presentación del código Construcción de código	Soporte de programación visual Rangos de edades indicados Idiomas que soporta	Accesibilidad y usabilidad Internacionalización
Codificación	Soporte para comprender comportam. de código Prevención de errores en interfaz de programación Intento explícito de hacer entendible el lenguaje	-	Simplicidad para codificar Recompensa al presentar resultados inmediatos Funcionalidad máxima usando mínima codificación
Estilo de programación	Estilo de programación	Soporte de orientación a objetos Disponibilidad como IDE	Consistencia con diseños modernos de software
Enfoque de uso	Uso adicional (diversión, motivación, resolución de problemas, sistema de enseñanza)	-	Diversión que generan Atracción
Enseñanza	Constructos de programación	-	Progresividad para la enseñanza Preparación para permitir conocer otro lenguaje de programación
Requerimientos técnicos	-	Gratuito y/o de código abierto Existencia de versiones estables Soporte de localización Sistema operativo	-
Soporte cooperativo	Soporte colaborativo	Desarrollos en comunidades activas Documentación disponible	Publicable Soportabilidad

Las temáticas impartidas en el plan propuesto se organizaron teniendo en cuenta que el diseño de este plan se diseñó para ser impartida 1 hora a la semana durante 10 semanas.

4.2 Fase 2

En la segunda fase se aplicó el plan en una institución oficial de educación básica primaria. Con el fin de determinar la eficacia de la propuesta metodológica en el

mejoramiento de la habilidad de resolución de problemas matemáticos, se diseñó un experimento para ser aplicado el plan en un grupo de estudiantes y contrastar los resultados frente a otro similar al que no se le aplique el plan.

Tabla 3. Plan propuesto para la enseñanza de la programación

UNIDAD 1: Concepto de algoritmo, diseño y construcción de algoritmos	
Tema 1: Presentación, importancia de la programación en la actualidad	Videos, charla
Tema 2: Características básicas de un algoritmo, comprensión de instrucciones para desarrollo algoritmos	Actividad lúdica, charla
Tema 3: Instrucciones secuenciales para la consecución de objetivos particulares	Videjuego LightBot, teoría de funcionamiento y juego
Tema 4: Resultados esperados, detección y corrección de errores	Versión escrita Lightbot
Tema 5: Funciones de tipo subrutina, reutilización de instrucciones	Versión escrita Lightbot
Tema 6: Aplicación: secuencias de actividades en la vida diaria	Charla, versión escrita de algoritmos
UNIDAD 2: Estructuras de control de flujo y variables	
Tema 7: Reutilización de instrucciones para control iterativo	Videjuego Blockly (Laberinto), teoría de funcionamiento y juego
Tema 8: Instrucciones de control condicional para la consecución de objetivos, uso de un dato en instrucciones	Videjuego Blockly (Laberinto)
Tema 9: Definición de un dato, tipos de datos (numéricos, textuales, combinados, lógicos)	Actividad lúdica, charla
Tema 10: Uso de instrucciones con datos	Videjuego Blockly (Tortuga gráfica), teoría de funcionamiento y dibujo
Tema 11: Uso de instrucciones con datos y estructuras de control	Versión escrita Blockly (Tortuga gráfica)

El experimento consistió en desarrollar primero un pretest para determinar las diferencias de nivel de habilidad para resolver problemas matemáticos en los estudiantes antes de la intervención, y luego desarrollar una prueba final después de la intervención con el fin de evaluar su resultado. Se contó con dos grupos de 5° grado de educación básica, cada uno de 42 estudiantes, determinando de manera aleatoria el grupo experimental (G1) y el de control (G2). El diseño del instrumento de medición para las pruebas se generó basado en el experimento de Agina (2012), planteando un test que contó con una serie de 5 preguntas de tipo matemático para resolver problemas y 3 preguntas extras sobre las opiniones que tiene cada estudiante sobre la prueba. Las preguntas se diseñaron únicamente para que fueran aplicadas operaciones básicas: suma, resta, multiplicación y división.

Tabla 4. Ejemplos de algunas preguntas usadas en las pruebas

Ejemplos de preguntas	
Un niño llamado Juanito le pide dinero a su mamá para comprar dulces. Juanito quiere comprar unos chicles que cuestan \$ 400 cada uno. Su mamá le da \$ 5.000 para que compre los chicles que quiera. ¿Cuántos chicles alcanza a comprar Juanito? ¿Cuánto dinero le sobra?	En una batalla, Goku tiene un poder de pelea de 357250, y su enemigo Vegeta tiene un poder de pelea de 348524. ¿Cuánta diferencia hay entre el poder de pelea de Goku y el poder de pelea de Vegeta? ¿Será que Vegeta le puede ganar a Goku?

La prueba midió las variables de cantidad de preguntas contestadas (PC), interpretación de la operación (OI), procedimiento de resolución del ejercicio (EC), número

de respuestas acertadas (RA) y tiempo que le tomó desarrollar los ejercicios (T). Las preguntas matemáticas generadas para la primera prueba se diseñaron para que fueran fácilmente identificables los datos iniciales y el tipo de operación matemática a realizar. La calificación final fue diseñada para tomar un rango entre 0 y 10 puntos. Se estimó con base en los valores de las primeras 4 variables, cada variable contó con un peso particular establecido por las competencias matemáticas a medir y las competencias que se pretendieron adquirir a través de la enseñanza de la computación.

Fórmula 1. Cálculo de calificación final de acuerdo a las variables v_i y pesos establecidos w_i

$$Cf = 10 * \frac{\sum \left(w_i * \frac{v_i}{vmax_i} \right)}{\sum w_i}$$

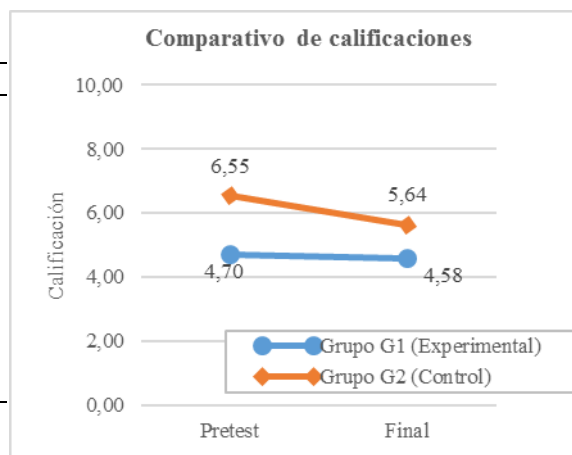
Luego de la realización de la prueba se organizaron los recursos con los que contaba la institución para la aplicación del plan. Durante 10 jornadas de una hora cada una, se impartió una temática en el área de tecnología referente a la programación de computadores y se presentaron los temas determinados en el plan de área. Los estudiantes tomaron esta temática dentro de la misma jornada de la asignatura Tecnología e Informática, no como un curso en paralelo ni como jornada adicional. Dada la limitación en la cantidad de equipos, se trabajó con dos estudiantes por equipo, adicionalmente con el fin de evidenciar que cada estudiante generó independencia de su habilidad adquirida con respecto a la de sus compañeros, se realizaron quices individuales en clase para evaluar su rendimiento y su trabajo disciplinado en clase. En la última semana de aplicación del curso, se procedió a realizar la prueba final. En este caso, las preguntas tuvieron un mayor nivel de complejidad (se aumentó en algunas preguntas la cantidad de operaciones matemáticas a realizar), pero manteniendo la utilización de las 4 operaciones básicas para su desarrollo.

5. RESULTADOS

Se compilaron, se calificaron y se compararon las pruebas de ambos grupos en el pretest contra los datos arrojados en la prueba final.

Tabla 5. Tabulación y gráfico de las calificaciones obtenidas en las dos pruebas en ambos grupos

Calificación	Grupo G1 (n = 42) (Experimental)		Grupo G2 (n = 42) (Control)	
	Pretest	Final	Pretest	Final
0,00 - 1,00	1	0	1	1
1,01 - 2,00	1	0	0	2
2,01 - 3,00	7	13	2	6
3,01 - 4,00	12	10	1	2
4,01 - 5,00	6	2	4	4
5,01 - 6,00	6	5	7	5
6,01 - 7,00	3	5	7	9
7,01 - 8,00	1	4	10	4
8,01 - 9,00	1	3	5	7
9,01 - 10,00	4	0	5	2
\bar{x} :	4,70	4,58	6,55	5,64



El grupo de control obtuvo calificaciones más altas que el grupo experimental en ambas pruebas, pero en ambos grupos disminuyó la media de las calificaciones obtenidas en la prueba final respecto a las obtenidas en el pretest, más en el grupo de control que en el grupo experimental. Para determinar si todas estas variaciones fueron significativas, se realizaron los comparativos entre los resultados del grupo experimental y el grupo de control en el pretest y en la prueba final mediante una prueba t de Student para muestras independientes.

Tabla 6. Resultados de análisis transversal de las calificaciones del pretest y la prueba final

Variable evaluada	Supuestos	Prueba Levene calidad varianzas		Prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilat)	Dif. medias
Calificación final	Varianzas iguales	,394	,532	-3,716	82	,000	-1,84269
Pretest (G1 vs G2)	No varianzas iguales			-3,716	80,824	,000	-1,84269
Calificación final	Varianzas iguales	1,416	,237	-2,196	82	,031	-1,05729
Posttest (G1 vs G2)	No varianzas iguales			-2,196	79,163	,031	-1,05729

Al realizar esta prueba se concluyó que se presentaron diferencias significativas en las calificaciones entre los estudiantes del grupo G1 y los estudiantes del grupo G2 antes de la intervención ($p < 0.05$), con una diferencia de medias de 1.84 puntos en las calificaciones finales del grupo de control G2 sobre el grupo experimental G1. Esto demostró que los estudiantes del grupo G1 contaban con una capacidad para resolver problemas matemáticos significativamente menor que la de los estudiantes del grupo G2 antes de generar la intervención en el curso.

Luego de aplicar el curso en el grupo G1 se esperó obtener como resultado en la prueba final que los estudiantes intervenidos pudieran igualar o incluso superar a los estudiantes del grupo G2 en el promedio de calificaciones finales obtenidas en la prueba final. Sin embargo se observó que los resultados en el grupo G1 seguían manteniéndose inferiores a los datos presentados a G2 luego de la aplicación del curso aunque en menor grado. En efecto, la prueba permitió concluir que se presentaron diferencias significativas en las calificaciones entre los estudiantes del grupo G1 y los estudiantes del grupo G2 después de la intervención ($p < 0.05$), con una diferencia de medias de 1.05 puntos en las calificaciones finales del grupo de control G2 sobre el grupo experimental G1, estableciendo de esta forma que el curso aplicado NO mejoró la capacidad de resolución de problemas matemáticos en los estudiantes del grupo G1.

No obstante, se observó un desmejoramiento mayor en las calificaciones del grupo de control comparado con el grupo experimental. Para comprender lo sucedido se procedió a realizar un análisis de los datos de las calificaciones entre los resultados del pretest y en la prueba final para determinar si estas variaciones fueron significativas. Se realizó una prueba t de Student para muestras relacionadas. El resultado de esta revisión indicó que NO se presentaron diferencias significativas en las calificaciones de los estudiantes del grupo G1 antes y después de la intervención ($p > 0.05$), con una diferencia de medias de 0.12 puntos en las calificaciones del pretest sobre los del posttest. Adicionalmente, se observó

que NO se presentaron diferencias significativas en las calificaciones de los estudiantes del grupo G2 antes y después de la intervención ($p>0.05$), con una diferencia de medias de 0.90 puntos en las calificaciones del pretest sobre los del posttest.

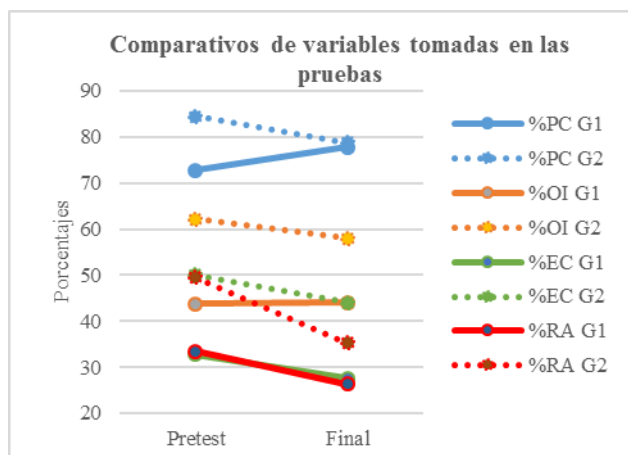
Tabla 7. Resultados de análisis longitudinal de las calificaciones del pretest y la prueba final

Comparación Pretest - Prueba Final			Diferencias relacionadas				t	GI	Sig. (bilateral)	
			Media Δx	Desv. típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
						Inferior				Superior
Par 1	PuntajeG1Pre vs PuntajeG1Fin	,12309	2,77566	,42829	-,74187	,98804	,287	41	,775	
Par 2	PuntajeG2Pre vs PuntajeG2Fin	,90848	3,34677	,51642	-,13445	1,95141	1,759	41	,086	

Estos dos resultados demostraron que ningún grupo de estudiantes varió significativamente su capacidad para resolver problemas matemáticos desde el momento en que se realizó el pretest hasta el momento en que se realizó la prueba final. Aunque no se presentaron las variaciones significativas esperadas para comprobar la eficacia del uso de la tecnología mediante la enseñanza de la programación en el mejoramiento de las habilidades matemáticas de resolución de problemas, SÍ se notó académicamente una diferencia notoria entre los dos grupos, dado que los resultados de los estudiantes del grupo experimental disminuyeron un poco en las pruebas ($\Delta x = 0.12$ puntos) mientras que los del grupo de control disminuyeron considerablemente ($\Delta x = 0.90$ puntos). Se procedió a realizar un análisis secundario de las variables usadas para obtener la calificación, con el fin de comprender mejor el comportamiento observado. Se pudo observar que el grupo de control tuvo en todas las variables un porcentaje completado más alto que el grupo experimental, en el pretest y en la prueba final. Pero se pudo notar un comportamiento diferente al comparar las variables de preguntas contestadas (PC) y operaciones interpretadas (OI), dado que mientras que en el grupo experimental (G1) los valores aumentaron, en el grupo de control (G2) disminuyeron.

Tabla 8. Resultados y gráfico de las variables obtenidas en las dos pruebas en ambos grupos

Variable (%)	Grupo G1 (Experimental)		Grupo G2 (Control)	
	Pretest	Final	Pretest	Final
%PC	72.7	77.8	84.5	78.7
%OI	43.8	44.0	62.2	58.0
%EC	32.8	27.6	50.0	44.0
%RA	33.5	26.4	49.5	35.3



Al realizar el análisis estadístico de las variables del pretest se determinó que se presentó una diferencia significativa en los valores de contestación de preguntas, interpretación y ejecución de operaciones, y sustentación de resultados en los estudiantes del grupo G1 con respecto a los estudiantes del grupo G2 antes de aplicar la intervención, significando esto que los estudiantes del grupo G2 comprendían las preguntas presentadas en la prueba, determinaban las operaciones adecuadas y usaban los datos correctos, realizaban el procedimiento matemático e interpretaban el resultado obtenido con una capacidad mayor que los estudiantes del grupo G1.

En el análisis estadístico de los datos de la prueba final se encontró que aunque los valores de las medias en cada una de las variables en el grupo G1 seguían manteniéndose inferiores a los datos presentados a G2, el resultado arrojó que NO se presentó diferencia significativa en cuanto a una de las variables (contestación de preguntas) entre los estudiantes del grupo experimental y los del grupo de control luego de aplicar la intervención, significando entonces que los estudiantes de G1 lograron igualarse a los estudiantes de G2 en cuanto al aspecto de contestación de preguntas matemáticas después de la intervención, es decir, que los estudiantes de G1 podían comprender que se esperaba un resultado particular en las preguntas del test con una capacidad similar a la de los estudiantes de G2. No obstante, al hacer la revisión en forma longitudinal, los resultados mostraron un comportamiento atípico en las variables: al observar los valores de las medias en la comparación de las variables de preguntas contestadas y operaciones interpretadas, se observó un incremento obtenido en el grupo experimental para la prueba final, aunque estos incrementos NO presentaron una diferencia estadísticamente significativa (%PC: $\Delta x = -5.187$, $p = 0.175$; %OI: $\Delta x = -0.238$, $p = 0.965$), pero no se generó este mismo comportamiento en el grupo de control, por lo que se presentó una disminución en los datos (%PC: $\Delta x = 5.825$, $p = 0.195$; OI: $\Delta x = 4.286$, $p = 0.526$). Esta disminución tampoco presentó una diferencia significativa en los valores de las variables de preguntas contestadas y operaciones interpretadas. Estos resultados mostraron que los estudiantes del grupo G1 tuvieron un incremento académico en la capacidad de contestación de preguntas y de interpretación de operaciones matemáticas al ser sometidos al curso propuesto, mientras que los estudiantes del grupo G2 mostraron una disminución en estos aspectos, a pesar que estadísticamente no se presentaron cambios significativos.

Aunque dados los resultados obtenidos en esta investigación no es concluyente que el uso de las tecnologías mediante la enseñanza de la programación pueda mejorar significativamente las habilidades de resolución de problemas matemáticos en los niños de 5° grado, se pudo notar que académicamente se presentó una mejora en la habilidad en los estudiantes para determinar que se debe llegar a una respuesta particular interpretando la secuencia y los datos correctos para determinar las operaciones requeridas con el fin de solucionar un problema matemático que requiere más pasos de desarrollo, comparado contra un grupo de control en el que no se aplicó la enseñanza de la programación, pudiendo ser posible que en los niños intervenidos que se haya generado una analogía en la forma como adquirieron la capacidad de determinar un conjunto de actividades secuenciales novedosas para ellos y la habilidad de determinar un grupo de operaciones en situaciones nuevas. Cabe aclarar que todavía no es concluyente esta afirmación, teniendo en cuenta que solamente se contaba con un corto tiempo de intervención (solo 1 hora semanal

de dedicación durante 10 semanas), y además hubo un conjunto de variables externas que no se controlaron y que pudieron afectar el desempeño de los estudiantes en las pruebas.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El resultado de la fase 1 de este estudio determinó que es posible presentar la temática de la lógica y la secuenciación para la resolución de problemas basados en la enseñanza de los mismos temas que comprenden la generación de algoritmos, como lo son la secuenciación de órdenes, la comprensión y uso de los datos y variables, el uso de estructuras de control tanto condicionales como iterativas y el uso de subrutinas o funciones de reutilización. Dentro de las metodologías y técnicas de enseñanza encontradas para orientar en esta temática en particular se encontró la técnica relacionada con el uso de herramientas de tipo videojuego como Blockly y Lightbot, las cuales son de fácil acceso y usabilidad, y permiten mediante la organización de instrucciones por medio de íconos, generar que ciertos elementos en el juego ejecuten acciones de acuerdo a la secuencia presentada por los usuarios, siendo estas herramientas adecuadas para la enseñanza de estos temas. Esta técnica ha sido utilizada en varios países como Estados Unidos, Rusia y otros países aventajados en el área de las tecnologías de la información. A pesar que otras técnicas han sido también implementadas en dichos países, se concluyó que la técnica del uso de los videojuegos, dada su facilidad de aplicación y su tiempo corto requerido para preparación, hace que sea una metodología cuya implementación en un entorno educativo puede ser viable para aplicar en el plan de área de tecnología e informática, sin necesidad de generar mayores inversiones en adquisición de personal, en inversión de grandes cantidades de tiempo o recurso especializado, y sin salirse del cumplimiento de los estándares de competencias establecidos para esta área.

Se determinó también por medio de pruebas comparativas entre un grupo experimental y un grupo de control de estudiantes de 5° grado de educación básica primaria de un colegio oficial en el municipio de Girón que la enseñanza en la lógica de la programación basada en el uso de videojuegos por medio de la aplicación de un curso durante un tiempo corto no generó un mejoramiento estadísticamente significativo en la habilidad de resolución de problemas matemáticos en estudiantes de este nivel. Esta metodología por sí sola no es suficiente para mejorar esta habilidad en su totalidad como se pudo apreciar en los resultados obtenidos, pero académicamente se observaron resultados prometedores en las habilidades de interpretación de operaciones, quedando abierta la posibilidad como trabajo futuro generar más estudios que indiquen si el incremento en el tiempo de aplicación en este tipo de enseñanza pueda mejorar de manera más significativa sus habilidades matemáticas. Se pretenderá establecer también en investigaciones futuras otras posibles variables que pudieran afectar el desempeño en las pruebas de medición con el fin de generar planes de contingencia para controlarlas, pudiendo de esta manera detectar otros factores y ayudar así a los niños de estas edades a mejorar en parte su capacidad de razonamiento para la resolución de problemas matemáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramovich, S. (2013). Computers in Mathematics Education: An Introduction. *Computers in the Schools*, 30 (1-2), 4-11.

Agina, A. (2012). The Effect of Nonhuman's External Regulation on Young Children's Creative Thinking and Thinking Aloud Verbalization During Learning Mathematical Tasks. *Computers in Human Behavior*, 28 (4), 1213-1226.

Armor Games. (2005). *armorgames.com*. Recuperado el 31 de Enero de 2014, de Página principal: <http://armorgames.com/>

Burke, Q., & Kafai, Y. B. (2010). Programming & Storytelling: Opportunities for Learning About Coding & Composition. *Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children* (págs. 348-351). Barcelona: ACM.

Doerschuk, P., Liu, J., & Mann, J. (2012). An INSPIRED game programming academy for high school students. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*.

Felleisen, M., Findler, R., Flatt, M., & Krishnamurthi, S. (2009). A functional I/O system*: Or, fun for freshman kids. *Proceedings of the ACM SIGPLAN International Conference on Functional Programming* (págs. 47-58). ICFP.

Google Project Hosting. (Nov de 2011). *Blockly: A visual programming editor*. Recuperado el 10 de Ene de 2014, de Página principal: <https://code.google.com/p/blockly/>

Grover, S. (2009). Computer Science Is Not Just for Big Kids. *Learning & Leading with Technology*, 37 (3), 27-29.

Hug, S., Guenther, R., & Wenk, M. (2013). Cultivating a K12 Computer Science Community: A Case Study. *Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (págs. 275-280). New York: ACM.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - ICFES. (2010). *Resultados del grado Quinto en el área de Matemáticas*. Obtenido de Resultados históricos 2002 - 2005 - 2009: <http://www.icfessaber.edu.co/historico.php/graficar/nacion/id/1/grado/5/tipo/2>

Javidi, G., & Sheybani, E. (2009). Digispired: Digital Inspiration for Interactive Game Design and Programming. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 24 (3), 144-150.

Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). Lowering the Barriers to Programming: A Taxonomy of Programming Environments and Languages for Novice Programmers. *ACM Computing Surveys*, 37 (2), 83-137.

Kelleher, C., Pausch, R., & Kiesler, S. (2007). Storytelling Alice Motivates Middle School Girls to Learn Computer Programming. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 1455-1464). New York: ACM.

Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). *Futurelab Series. Report 8: Literature Review in Games and Learning*. Bristol: Futurelab.

Lameras, P., Smith, D., Moumoutzis, N., Christodoulakis, S., Ovcin, E., & Stylianakis, G. (2010). Transforming teaching and learning: Changing the pedagogical approach to using educational programming languages. *17th Association for Learning Technology Conference (ALT-C 2010)*. Nottingham: ALT-C.

Lee, M., & Ko, A. (2011). Personifying Programming Tool Feedback Improves Novice Programmers' Learning. *Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research* (págs. 109-116). New York: ACM.

Liu, C.-C., Cheng, Y.-B., & Huang, C.-W. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 57 (3), 1907-1918.

Martín Fraile, B. (2011). Teorías educativas que subyacen en las prácticas docentes. (U. d. Salamanca, Ed.) *Teoría de la Educación*, 23 (1), 45-70.

Meyers, A., Cole, M., Korth, E., & Pluta, S. (2009). Musicomputation: Teaching Computer Science to Teenage Musicians. *Proceedings of the Seventh ACM Conference on Creativity and Cognition* (págs. 29-38). New York: ACM.

Ministerio de Educación Nacional. (2003). *Estándares Básicos de Competencias de Matemáticas*. Bogotá.

Ministerio de Educación Nacional. (2013). *Plan de estudios*. Recuperado el 11 de marzo de 2014, de Glosario: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-79419.html>

Mitchell, A., & Savill-Smith, C. (2004). *The use of computer and video games for learning. A review of the literature*. London: Learning and Skills Development Agency.

OECD Programme for International Student Assessment. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do: Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*. Paris: OECD.

Repenning, A., & Ioannidou, A. (2008). Broadening Participation through Scalable Game Design. *SIGCSE Bulletin*, 40 (1), 305-309.

Rizvi, M., Humphries, T., Major, D., Jones, M., & Lauzun, H. (2011). A CS0 Course Using Scratch. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 26 (3), 19-27.

Rodger, S., Bashford, M., Dyck, L., Hayes, J., Liang, L., Nelson, D., y otros. (2010). Enhancing K-12 Education with Alice Programming Adventures. *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (págs. 234-238). New York: ACM.

Rogozhkina, I., & Kushnirenko, A. (2011). PikoMir: Teaching programming concepts to preschoolers with anew tutorial environment. *World Conference on Educational Technology Research. Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Moscu.

Schwartz, J., Stagner, J., & Morrison, W. (2006). Kid's Programming Language (KPL). *ACM SIGGRAPH 2006 Educators Program* (págs. 52.1-52.4). Boston: ACM.

Sipitakiat, A., & Nusen, N. (2012). Robo-Blocks: Designing Debugging Abilities in a Tangible Programming System for Early Primary School Children. *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children* (págs. 98-105). New York: ACM.

Tarkan, S., Sazawal, V., Druin, A., Golub, E., Bonsignore, E., Walsh, G., y otros. (2010). Toque: Designing a Cooking-based Programming Language for and with Children. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 2417-2426). New York: ACM.

Tomcsányiová, M., & Tomcsányi, P. (2011). Little beaver - A new bebras contest category for children aged 8-9. *5th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives, ISSEP 2011*. Bratislava: ISSEP.

Utting, I., Cooper, S., Kölling, M., Maloney, J., & Resnick, M. (2010). Alice, Greenfoot, and Scratch - A Discussion. *ACM Transactions on Computing Education*, 10 (4), 17.1 - 17.11.

Valente, A. (2004). Exploring theoretical computer science using paper toys (for kids). *ICALT '04 Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. Washington.

Wen-Yu Lee, S., & Tsai, C.-C. (2013). Technology-supported Learning in Secondary and Undergraduate Biological Education: Observations from Literature Review. (Springer, Ed.) *Journal of Science Education and Technology*, 22 (2), 226-233.

Wolz, U., Leitner, H., Malan, D., & Maloney, J. (2009). Starting with scratch in CS 1. *SIGCSE'09 - Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*.

Yaroslavski, D. (2013). *Lightbot: Programming Puzzles*. Recuperado el 15 de Ene de 2014, de Página principal: <http://www.light-bot.com/>

Zuckerman, O., Arida, S., & Resnick, M. (2005). Extending Tangible Interfaces for Education: Digital Montessori-inspired Manipulatives. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 859-868). New York: ACM.