

**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVEMBRO 2014

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CÓMPUTO DE BAJO COSTO Y BAJO CONSUMO ENERGÉTICO PARA ESTUDIANTES DE ÁREAS RURALES

HIM, M; MARTEZ, N; SARMIENTO, Y.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CÓMPUTO DE BAJO COSTO Y BAJO CONSUMO ENERGÉTICO PARA ESTUDIANTES DE ÁREAS RURALES

Miguel Him Díaz,
Universidad Tecnológica de Panamá, miguel.him@utp.ac.pa

Nuvia Gisela Martez de Miranda,
Universidad Tecnológica de Panamá, nuvia.martez@utp.ac.pa

Yesslyn Sarmiento,
Universidad Tecnológica de Panamá, yesslyn.sarmiento@utp.ac.pa

Alberto Delgado,
alberto.delgado.vasquez@gmail.com

Resumen

Este artículo presenta los resultados de un proyecto que se ejecutó durante dos años, con el objetivo de promover el aprendizaje de las ciencias en escuelas primarias de comunidades rurales, en la República de Panamá, a través del acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Se realizó un estudio de caso, en la Escuela de Boca de Lurá, que inició con el levantamiento de datos bibliográficos y del programa de estudio para escuelas primarias, aprobado por el Ministerio de Educación (MEDUCA) de Panamá, para utilizarlos como base para diseñar los módulos que serían alojados en la plataforma educativa. Se realizaron pruebas de desempeño, en laboratorio, para asegurar que la plataforma desarrollada estuviera adaptada para su uso en computadoras de bajo consumo energético, considerando comunidades rurales sin acceso a la red eléctrica pero con disponibilidad de sistemas autónomos de generación eléctrica. La implementación de este sistema proporcionó a los niños una herramienta interesante y divertida con una amplia base de datos, textos, imágenes, videos y *applets*, cuyo mecanismo de acceso y búsqueda procuró ofrecerles la misma experiencia que tendrían al navegar por sitios web si tuvieran disponible Internet. Las pruebas de evaluación final realizadas mostraron que el sistema computacional junto con la plataforma educativa sirvieron de estímulo a los alumnos para aprender y afianzar el conocimiento impartido por los docentes ya que, mejoraron su desempeño. La experiencia sirve de modelo para replicar el desarrollo e implementación de plataformas educativas, que complementen los contenidos dictados, no solamente en comunidades rurales, sino en las demás escuelas del país.

Palabras claves: aprendizaje, comunidades rurales, educación primaria, tecnología educacional, tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Abstract

This scientific paper shows the results of a project which ran for two years in order to promote the learning of science based on the implementation of Information and Communications Technology (ICT) in elementary school. These elementary schools are normally located in rural communities. A case of study was conducted at *Boca de Lura* Elementary School, which began with the gathering of bibliographic data and the elementary curriculum, both approved by the Department of Education of Panama. This information is the base for the design of learning modules that would be loaded in the educational platform. Performance tests in laboratory were conducted to ensure that the educational platform was design for use in low-power computers. The main constraint is the limitation to connect the system to the power grid. However, in these areas is possible to install autonomous power systems that could supply the energy demand. The implementation of this system provided children a fun and interesting tool with an extensive database, books, images, video and applets. The mechanism to access and search offer the same experience that they would have to browse in websites. The final assessment tests showed that the computer system along with the educational platform provided the stimulus for students to learn and emphasize the knowledge imparted by teachers, as results they improved their performance. The experience works as a model to replicate the development and implementation of educational platforms, which complement the classroom lessons, not only in rural communities but in other elementary schools.

Keywords: learning, rural communities, elementary education, educational technology, Information and Communications Technology (ICT)

1. Introducción

Según estudio realizado por UNESCO (2012) Panamá cuenta con una baja tasa de matrícula escolar primaria (67.1%) en comparación con el promedio de América Latina (72%). Esta tasa es inferior en comunidades indígenas y rurales según datos de la Dirección de Estadísticas Educativas del Ministerio de Educación de Panamá que indica que el promedio no supera el 50% (FUDESPA (2013)). Además de acuerdo con las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Censo de Panamá, de 381,095 alumnos de escuelas oficiales, de nivel primario, el 5% de estos niños reprobaron el año escolar en el año 2012 (INEC (2012)) y se encuentra que el 3% de los estudiantes al final abandonan la escuela (MEDUCA (2010)).

En el estudio realizado por LLACE/UNESCO (2008) se evaluaron a estudiantes de sexto grado de primaria de varios países de Latinoamérica, en las áreas de matemáticas, ciencias y lectura, siendo que Panamá figuró por debajo de la media en las tres categorías. Aún más, Panamá quedó en la posición 62 de un total de 65 naciones participantes en la prueba PISA (*Programme for International Student Assessment*) del 2009 (OECD (2010)), dato que indica que se debe mejorar sustancialmente la educación a nivel primario.

Por otro lado, estudios y experiencias con el desarrollo de plataformas educativas alrededor del mundo han mostrado resultados positivos para el fortalecimiento del conocimiento tal es el caso, del trabajo de GARCIA; PACHECO (2013) quienes desarrollaron una plataforma computacional de apoyo al método educativo Mejicano creando simulaciones prácticas de matemáticas, con lo que se logró aumentar el nivel del involucramiento social de los estudiantes y se concluyó que hubo una mejoría en la motivación, colaboración y discusión de los estudiantes a través de sus propias experiencias. Por su parte SALINAS; SÁNCHEZ (2009) realizan un análisis sobre la contribución del docente para la superación de la brecha digital en las escuelas rurales de Chile, es estudio utilizó encuestas y entrevistas aplicadas a estudiantes y entre sus resultados destacan que los profesores juegan un papel importante como facilitadores del aprendizaje de las TIC en comunidades rurales.

El estudio realizado por COSTA *et al* (2012), en la Universidad de Aveiro, en Portugal, investigó sobre la plataforma Moodle y su uso por estudiantes; estos autores concluyen que la herramienta es principalmente utilizada como un repositorio de información por parte de los estudiantes a pesar de contar con diversas funcionalidades. En Asturias, España, se realizó un estudio para identificar las oportunidades que ofrecían las TIC en las escuelas rurales de la región a través de cuestionarios, entrevistas semiestructuradas y análisis DAFO: debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que implica su integración. Los resultados presentaron grandes limitaciones, pero a la vez, grandes oportunidades en actualización del profesorado, adopción de novedosas metodologías, desarrollo de experiencias exitosas con TIC y formación más acorde con las demandas actuales del alumnado (PÉREZ *et al* (2012)).

Estas evidencias ofrecen la oportunidad de realizar este estudio, que se desarrolló durante dos años, por un equipo de investigadores de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) con el financiamiento de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) con el objetivo fortalecer el bajo nivel de conocimiento evidenciado por los estudiantes de nivel primario de la República de Panamá por medio del desarrollo de una plataforma educativa, con material y aplicaciones que pudieran ser de beneficio para los estudiantes de áreas marginadas. Considerando

que las estadísticas indican que en estas áreas, la gran mayoría ni siquiera culmina la escuela primaria (FUDESPA (2013)) y si se gradúan y continúan sus estudios, suelen tener problemas para adaptarse ya que, no conocen ni manejan herramientas básicas como el internet o el uso del computador quedándose rezagados y hasta desertando de los estudios.

2. Metodología

El estudio se basó en métodos estándares de investigación de casos (STAKE (1995); MORGAN (2001); SAMPIERI *et al.* (2006)), se incluyó una revisión sistemática de material bibliográfico así como de los planes de estudio aprobados por el MEDUCA, a fin de incluir en la plataforma propuesta material pertinente para el fortalecimiento del aprendizaje de los niños de nivel primario. Con base en la información recopilada y con la evidencia de campo obtenida por medio de giras fue posible general y evaluar información suficiente que permitiera el desarrollo de la plataforma educativa acorde con la situación encontrada.

Para la implementación del proyecto se consideró oportuno seleccionar la escuela primaria de Boca de Lurá, ubicada en el corregimiento de Tulú, provincia de Coclé, República de Panamá, área de difícil acceso y carente de servicios básicos principalmente porque había sido beneficiada con un sistema híbrido de generación eléctrica solar fotovoltaica y eólica, de una capacidad de 2.2kW que facilitaría la instalación y uso de la plataforma educativa.

Se llevaron a cabo pruebas en laboratorio emulando las condiciones en que los estudiantes utilizarían el sistema en la escuela rural. Una vez completadas todas las pruebas necesarias para garantizar que el paquete de software libre desarrollado funcionaba adecuadamente, en cada una de las computadoras, se inició la instalación en la escuela. Un total de ocho pruebas de evaluación, en el área de Matemáticas, Español, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales fueron aplicadas al inicio y posterior al uso del sistema que fueron aplicadas a todos los estudiantes de la escuela. Se diseñan los cursos de capacitaciones sobre el uso del sistema computacional tanto para estudiantes como para los docentes de la escuela.

3. Resultados

3.1. Características de la escuela y pruebas de laboratorio

La escuela seleccionada, por contar con el sistema de generación eléctrica instalado como se muestra en la Figura No.1, acoge a alumnos de educación primaria que comprende seis grados (1º a 6º), con niños de seis a once años de edad; contaba con tres salones de clases; uno para los estudiantes de primero, segundo y tercer grado (Grupo B), los alumnos de cuarto, quinto y sexto grado (Grupo A) estaban agrupados en el segundo salón y un grupo de pre-escolar ocupaba el tercer salón de la escuela.



Figura 1 - Sistema híbrido (solar fotovoltaico-eólico) instalado en la escuela de la comunidad de Boca de Lurá, República de Panamá. **Fuente:** DELGADO *et. al* (2013)

En la escuela estaban asignados dos (2) docentes para atender a niños y niñas de diferentes grados y edades en un mismo grupo por tanto, estos alumnos acababan recibiendo la misma información, a veces muy avanzada o por el contrario muy atrasada para algunos. Uno de los docentes también desempeñaba funciones de director y debido a que la escuela era utilizada como centro de distribución de libros y alimentos para los estudiantes de otras escuelas cercanas, estas actividades algunas veces consumía el 100% de su tiempo, dejando a sus estudiantes (del Grupo A) sin su clase diaria lo que sin dudas afectaba su aprendizaje. Tomando en consideración esta realidad la plataforma incorporó los requisitos de apoyo a la enseñanza de las ciencias y así como características adicionales que sirvieran de apoyo para superar la limitación de tiempo de los docentes o sea, se creó un sistema automatizado para ayudar al docente a impartir su clase y a los niños a mejorar sus conocimientos, que en específico presentó las siguientes ventajas:

- Que administrara el registro de los estudiantes de cada grupo y sus calificaciones obtenidas a lo largo de un tema, optimizando el tiempo de los docentes
- Que le permitiera al estudiante continuar con el aprendizaje, aunque el docente no estuviera atendiendo a su grupo presencialmente
- Que le permitiera al docente consultar reportes estadísticos para decidir cuál tema necesitaba reforzamiento antes de su evaluación
- El software le permitía al docente habilitar ciertos temas, para ciertos estudiantes, cuando éstos estaban preparados o les correspondía verlos o realizarlos
- El software ofrecía al estudiante una experiencia tipo internet, ofreciendo la oportunidad de familiarizarse con el uso de herramientas como buscadores y páginas de información
- Era educativamente divertido, de manera a crear interés y curiosidad en los estudiantes para que continuaran en los salones de clases
- Adicionalmente para el docente que ejercía la función de director se le incluyó un módulo para administración de los recursos de la escuela además de contar con nuevas funcionalidades tal como el registro del control del peso de los estudiantes

Se utilizaron programas gratuitos (OpenSource) de computación, para desarrollar los módulos educativos que contienen materiales extensos y suficientes, para compensar el hecho de que en la escuela los alumnos no tienen acceso al Internet. El material disponible incluye textos para lecturas, videos, imágenes, prácticas, aplicaciones y exámenes virtuales brindando así a los alumnos la oportunidad de afianzar los conocimientos básicos impartidos de acuerdo a la revisión del material distribuido por el MEDUCA y utilizado por los docentes de nivel primario (ver figura No. 2.)



Figura 2 - Libros de texto aprobados por el MEDUCA revisados y analizados
Fuente: DELGADO *et. al* (2013)

El diseño del sistema de cómputo de bajo costo y bajo consumo energético constó de componentes informáticos adquiridos en el mercado local de modo que fuese fácil el reemplazo de los mismos caso hubiese algún daño o falla de alguna pieza. En las Figuras 3 y 4 se presentan los esquemas del diseño del sistema de computadoras que conforman la plataforma educativa.

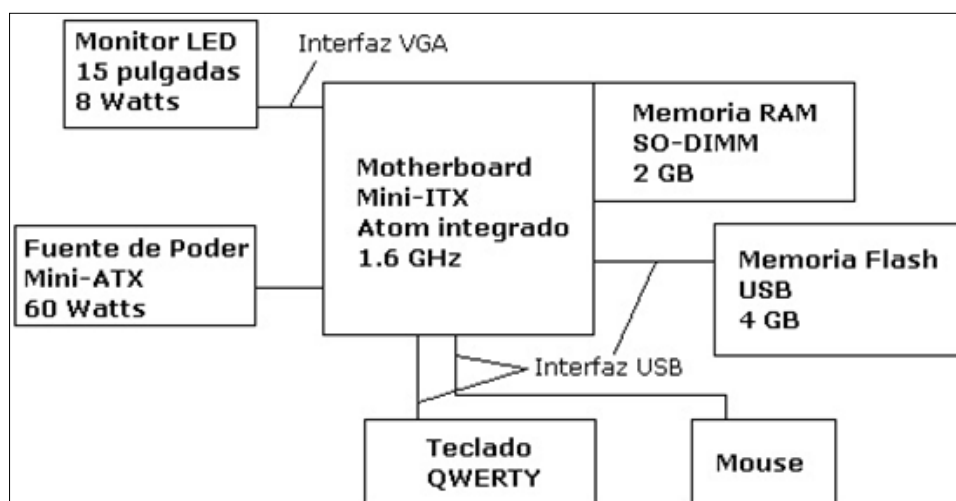


Figura 3 - Diagrama de bloque de los componentes de cada ordenador del sistema de cómputo. **Fuente:** DELGADO *et. al* (2013)

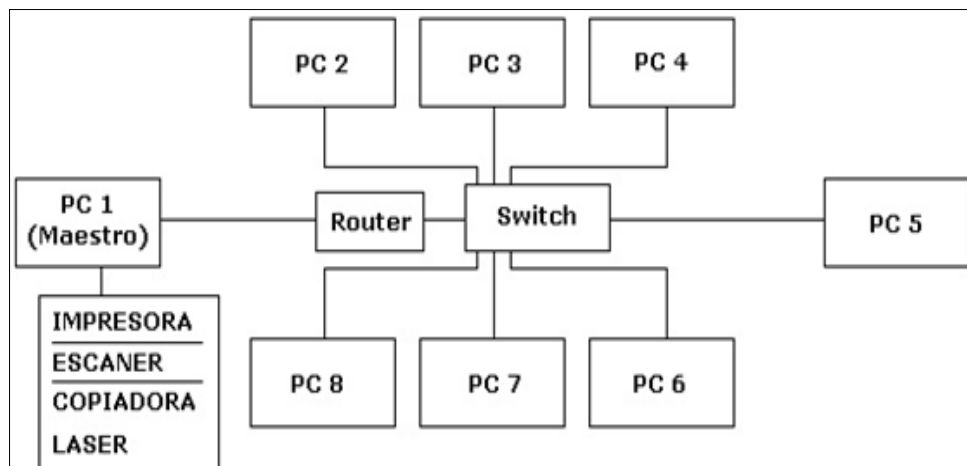


Figura 4 - Diagrama de conexiones de red del sistema de cómputo de bajo consumo.
Fuente: DELGADO *et. al* (2013)

Como se muestra en el diagrama de la Figura 4, el primer ordenador (PC1) es el designado al maestro y el mismo tiene la particularidad de que permite habilitar o deshabilitar contenido educativo para los otros siete ordenadores que utilizan los alumnos. Adicionalmente, a este ordenador (PC1) está conectada una impresora láser todo en uno (escáner, fotocopidora, fax) para uso de los docentes. En la Figura 5 se puede apreciar que los componentes computacionales se instalaron dentro de una mesa construida especialmente para que funcionara como caja para todos los ordenadores. En el exterior se ubicaron los monitores, teclados y ratones



Figura 5 - Instalación del sistema informático en la comunidad de Boca de Lurá.
Fuente: DELGADO *et. al* (2013)

Una vez instalado y funcionando el sistema en la escuela, se realizaron mediciones del consumo eléctrico del sistema computacional bajo diferentes condiciones de carga para corroborar el adecuado desempeño estos resultados se presentan en la Tabla No. 1.

Tabla 1 Resultados de las mediciones de un ordenador instalado en Boca de Lurá

Escenario	Consumo Energético (Watts)
Sin carga	0
Sistema apagado, monitor en modo espera	1.56
Sistema apagado, monitor encendido	9.82
Ordenador en uso (después del arranque)	23.28
Ordenador en uso (5 minutos después)	24.06
Ordenador en uso (10 minutos después)	22.71
Ordenador en uso, monitor apagado	15.19
Ordenador en uso, desplegando un vídeo	25.36
Ordenador en uso, instalando un programa	23.95

Fuente: DELGADO *et. al* (2013)

Los resultados de las mediciones mostraron que los ordenadores demandan poca energía eléctrica. Todo el sistema computacional, en operación continua, demandaría un poco más de 200W, lo que equivale a cerca del 10% de la capacidad total instalada del sistema de generación (2.2kW). Esto presentó varios beneficios para la comunidad debido a que se pudo adquirir una nevera para almacenar los alimentos de los estudiantes y por la baja demanda eléctrica no se comprometía la disponibilidad del recurso eléctrico para la preservación de alimentos.

3.2. Capacitaciones

Se realizaron tres capacitaciones sobre el uso del sistema computacional. Era primordial el apoyo individual a los estudiantes debido a que, era la primera vez que tenían contacto con la tecnología, específicamente con computadoras. Los temas de las capacitaciones incluyeron una introducción sobre el uso de las computadoras y sus ventajas, sus componentes, sus funciones, las contraseñas, el cuidado de las mismas, el uso del sistema operativo Linux Ubuntu, apagado, encendido, entre otros.

También se indicó cómo acceder a la plataforma creada y al contenido guardado (diversas lecturas, vídeos e imágenes). En la capacitación general participaron los docentes y estudiantes y luego se trabajó individualmente con cada uno de los alumnos para ayudarlos a familiarizarse y apoyarlos en el desarrollo de sus habilidades para manejar los componentes (ratones, teclados, etc.) y que lograran realizar su primer recorrido, guiado por la plataforma web diseñada (ver Figura No.6). Se mantiene manuales en la escuela cubriendo temas para cada uno de los roles de usuario (administrador, docente, estudiante e invitado) que manejan la plataforma para que permanezcan como material de apoyo para todos estos usuarios. Durante el uso del sistema los docentes documentaban cada una de las inquietudes, dudas, problemas o recomendaciones que surgían al manipular el sistema, de esta forma se podía corregir o mejorar cualquier falla que, por ser una versión piloto, se podían presentar al inicio en las operaciones.



Figura 6 - Capacitación a los estudiantes en el uso del sistema de cómputo, junto con la plataforma educativa. **Fuente:** DELGADO *et. al* (2013)

3.3. Pruebas diagnóstica y de evaluación

Como indicado anteriormente los módulos y programas instalados en las computadoras fueron seleccionados e implementados de acuerdo al programa de estudios de educación primaria del MEDUCA pero además estos contenidos se tomaron como referencia para el desarrollo de las pruebas diagnóstica y de evaluación abarcando los temas más importantes: español, matemáticas, ciencias naturales y ciencias sociales, se realizaron.

Fueron aplicadas a los dos grupos de estudiantes, el Grupo A (estudiantes de cuarto, quinto y sexto grado) y el Grupo B (estudiantes de primer, segundo y tercer grado) con una serie de preguntas de análisis y comprensión relacionados al temario del contenido primario (ver figuras 7 y 8) con el objetivo principal de conocer el nivel académico de los niños de la escuela antes y posterior al uso de la herramienta computacional para que sirviera como indicador del logro de los objetivos del proyecto. El resultado de las pruebas diagnósticas fueron almacenadas para compararlas con los resultados luego de seis (6) meses de uso del sistema computacional.



Figura 7 - Aplicación de prueba de evaluación del nivel académico de los estudiantes

Fuente: DELGADO *et. al* (2013)

GRADOS BAJOS (1°, 2° Y 3°)



PRUEBA DIAGNOSTICA
Español
MULTIGRADO 1°, 2° Y 3°

NOMBRE: _____ **GRADO:** _____

I PARTE. Indicaciones: Completa el Alfabeto

A _____ C _____ E _____ G _____ K _____ M _____ O _____
S _____ U _____ X _____

II PARTE. Indicaciones: Escribe la mayúscula o minúscula según corresponda

1. Q _____
2. _____ ñ
3. L _____
4. D _____
5. _____ w

III PARTE. Indicaciones: Completa las siguientes oraciones

1. El perro _____
2. La sopa _____
3. La casa _____
4. Mi abuela _____
5. El caballo _____



Figura 8 Sección de la prueba diagnóstica de español, para estudiantes de primero, segundo y tercer nivel. **Fuente:** DELGADO *et. al* (2013)

La prueba se aplicó a 30 estudiantes de la escuela de los cuales 13 eran estudiantes de grados bajos (Grupo B - primer, segundo y tercer grado) y 17 de grados altos (Grupo A - cuarto, quinto y sexto grado) por tratarse de una escuela multigrado. En la Tabla No. 2 se presentan la cantidad de preguntas incluidas en cada examen, por grupo de grado escolar y por asignatura.

Tabla 2 – Cantidad de preguntas incluidas en la evaluación diagnóstica, por grado y asignatura

Asignatura	Grados Bajos I, II y III	Grados Altos IV, V y VI
Español	28	17
Matemática	14	11
Ciencias Sociales	3	12
Ciencias Naturales	4	12

Fuente: DELGADO *et. al* (2013)

Los resultados de las pruebas de evaluación, antes y después del uso del sistema computacional se presentan en las Figuras No 9 y 10.

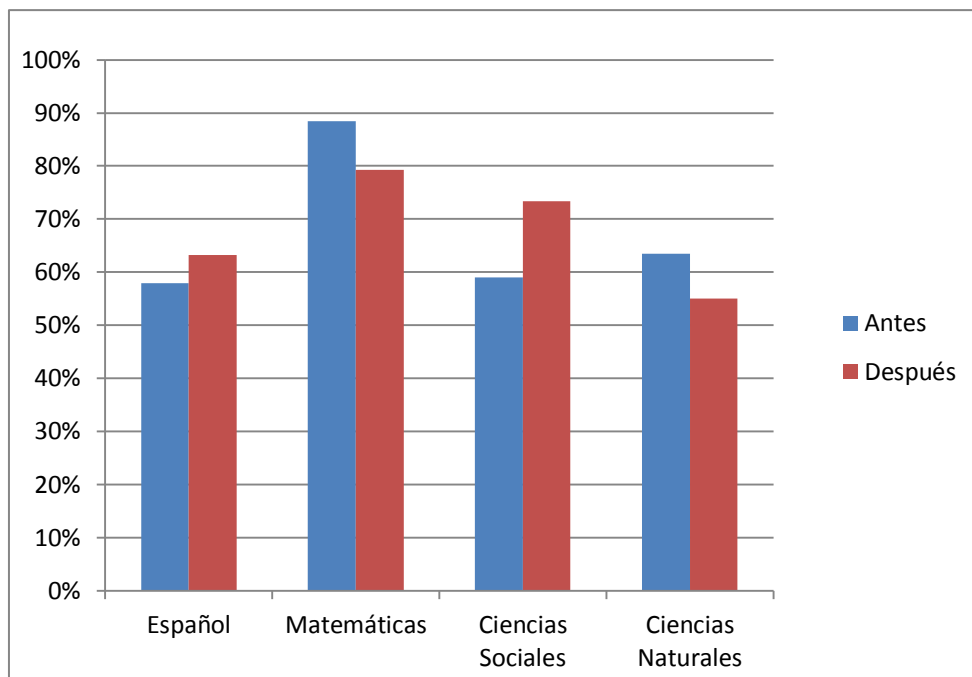


Figura 9 - Gráfica comparativa del promedio de los resultados de las pruebas de evaluación de los estudiantes en los grados bajos (I, II y III).

Fuente: DELGADO *et. al* (2013)

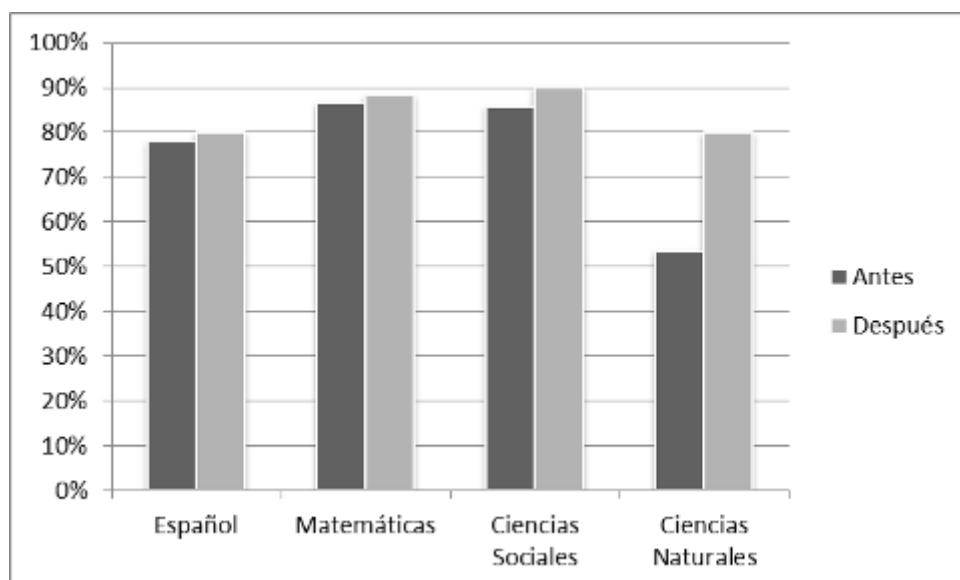


Figura 10 - Gráfica comparativa del promedio de los resultados de las pruebas de evaluación de los estudiantes en los grados altos (IV, V y VI)

Fuente: DELGADO *et. al* (2013)

En la gráfica de estudiantes de grados bajos se aprecia que en las asignaturas de español y ciencias sociales, los estudiantes mejoraron su desempeño, mientras que en las de matemáticas y ciencias naturales no se presentó la misma tendencia. Una posible razón se debe a la dificultad para estudiantes jóvenes de asimilar y aprovechar los beneficios del sistema computacional a falta de mayor guía por parte de los docentes, debido a su corta edad. Como indicado por SALINAS; SÁNCHEZ (2009) el docente debe desempeñar su papel de facilitador primordial en el aprovechamiento de las herramientas TIC en las áreas rurales.

En el caso de los estudiantes de grados altos, se observa que en todas las asignaturas hubo una mejora. La mayor capacidad de desenvolvimiento de estudiantes mayores puede justificar su capacidad para asimilar y aprovechar mejor las herramientas del sistema computacional.

4. Consideraciones Finales

La plataforma desarrollada en este proyecto se denominó Ilurax (DELGADO, et al (2013)) haciendo referencia a la comunidad rural donde es utilizada (Boca de Lurá), en la provincia de Coclé. El sistema operativo es software libre (GNU/Linux), así como las aplicaciones de productividad como procesador de texto, hoja de cálculo, entre los recursos disponibles.

Las pruebas de evaluación muestran que el sistema computacional junto con la plataforma educativa han servido de estímulo a los estudiantes para aprender y complementar el conocimiento brindado en clase. Los maestros y estudiantes se adaptaron positivamente al sistema y los maestros están aprendiendo a utilizarlo como complemento para los cursos impartidos.

Con el proyecto se ha logrado un impacto positivo y relevante en la comunidad de Boca de Lurá, ya que ha proporcionado a niños y niñas de edad escolar la posibilidad de utilizar tecnologías a las que nunca hubieran accedido. Se contribuye de esta forma al fortalecimiento de la educación en las comunidades rurales, específicamente a través de la disponibilidad de un sistema computarizado desarrollado con base en el plan de estudios del MEDUCA.

Datos presentados, a través del Departamento de Estadística del MEDUCA, muestran que casi el 8% de los estudiantes de educación primaria no aprueban o no continúan sus estudios primarios. En muchas ocasiones, esta falta de motivación a continuar y aprobar sus estudios se debe a la falta de un buen plan de trabajo coherente y sistemático, que permita que el estudiante progrese adecuadamente en sus estudios, independientemente del docente de turno. Se espera que el sistema computacional motive a los estudiantes a continuar sus estudios tanto a nivel primario como secundario, y que esto se vea reflejado en una disminución de la deserción escolar, reducción de los fracasos educativos y de la brecha digital que existe entre estudiantes de áreas rurales y urbanas.

Este sistema computacional de bajo costo y bajo consumo energético constituye una alternativa para el fortalecimiento de la educación, a la vez que colabora con la seguridad alimentaria de los estudiantes. Las experiencias adquiridas por el equipo investigador indican que estos sistemas son de fácil replicación y adquisición, dado que los componentes de los sistemas computacionales se obtienen en locales comerciales locales.

Si este sistema computacional, se implementa en las escuelas rurales de nuestro país, el docente tendrá la posibilidad de registrar los adelantos de cada alumno, dejando esta información a un próximo docente, notificándole incluso sobre la situación social, económica y educativa de cada estudiante, facilitando la adaptación del docente a su nuevo entorno educativo y la programación académica acorde con las necesidades de niños y niñas de comunidades rurales.

La base técnica que sustentó el desarrollo del proyecto está completamente documentada para que cualquier grupo interesado disponga de ella y pueda tener contacto con las experiencias obtenidas durante la ejecución. Esto indiscutiblemente reduciría el tiempo de desarrollo e implementación de proyectos similares en el futuro.

5. Referencias

COSTA, C.; ALVELOS, H.; TEIXEIRA, L. (2012) "The Use of Moodle e-learning Platform: A Study in a Portuguese University". *Procedia Technology*, v.5, pág. 334-343

DELGADO, A.; HIM, M.; SARMIENTO, Y.; MARTEZ, N.; (2013). "Sistema de Cómputo Escuela Boca de Lurá". UTP - SENACYT APR-1-P006 Informe técnico [en línea]. Panamá: [Fecha de consulta: 15/12/13].

Fundación para el Desarrollo Social y Económico de Panamá (FUDESPA) (2013). *La Educación en Panamá: 5 metas para mejorar* [en línea]. Panamá: [Fecha de consulta: 9/08/14].

GARCIA, I; PACHECO, C. (2013) "A constructivist computational platform to support mathematics education in elementary school". *Computers & Education*, v.66, pág. 25-39

Instituto Nacional de Estadística y Censo. Publicaciones/ Educación (INEC) (2012). *Cuadro de Alumnos reprobados de educación primaria en la República, por grado y sexo, según dependencia, provincia, comarca indígena y distrito: Año Académico 2012* [en línea]. Panamá: [Fecha de consulta: 28/8/14].

Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la calidad de la Educación (LLECE); Organización de las naciones unidas para la educación la ciencia y la cultura (UNESCO); (2008). Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo - *Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe* [en línea]. Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO [Fecha de consulta: 10/07/14].

Ministerio de Educación (MEDUCA) (2010) *Educa Panamá. Estadísticas 2010 del Ministerio de Educación de Panamá* [en línea]. Panamá: [Fecha de consulta: 11/9/14].

MORGAN, D.L. (2001). "Combining qualitative and quantitative methods". Portland, Portland, State University.

Organización de las naciones unidas para la educación la ciencia y la cultura (UNESCO) (2012). *Informe regional de monitoreo del progreso hacia una educación de calidad para todos en América Latina y El Caribe* [en línea]. Chile: Oficina Regional

de Educación para América Latina y el Caribe de la UNESCO, ISBN -978-92-3-001055-3- [Fecha de consulta: 16/05/14].

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2010). *Programme For International Student Assessment (PISA) 2009 Results: Executive Summary*

PÉREZ, M.E.; MARTÍNEZ, L. V.; PIÑEIRO M. R.N. (2013) “Oportunidades de las TIC para la innovación educativa en las escuelas rurales de Asturias”. *Aula Abierta*, v. 42, n.1, pág. 61-67

SALINAS, A.; SÁNCHEZ, J. (2009). “La superación de la Brecha Digital en las Escuelas de Chile”. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, v.5, pág.157–164

SAMPIERI, R.H; COLLADO, C.F.; LUCIO, P. B (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill, 2006. Cuarta Edición. 884 p.

STAKE, R. E. (1995). “The art of case study research”. CA: Sage Publications. Focuses on actual case (Harper School) to discuss case selection, generalization issues, and case interpretation.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Secretaría Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación (SENACYT) de la república de Panamá, a quien se le agradece la confianza depositada en este proyecto. También se agradece todo el apoyo brindado por parte del personal del Centro de Investigación e Innovación Eléctrica, Mecánica y de la Industria (CINEMI) de la Universidad Tecnológica de Panamá, en la realización de las giras de instalación y capacitación sobre el uso adecuado del sistema. Finalmente, al maestro Juvencio Herrera del Centro Escolar Básico General de Boca de Lurá, por colaborar con la instalación y capacitación en el uso del sistema computacional.