

## PLATAFORMA DIGITAL INTEGRADA CON ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA ENSEÑANZA EN ESCUELAS DE DIFÍCIL ACCESO EN PANAMÁ

**Abstract.** *There is the results of a project executed with the objective of strengthening the learning of the sciences of students from schools in remoted and insolated areas in Panama through access to a digital platform. A system of energy generation with renewable sources was designed and implemented, according to the characteristics of the community, which allowed to bring teachers and students a tool that integrates all the necessary characteristics for the development of basic and advanced knowledge on the use of ICT, and the availability of fun didactic contents that strengthen the teaching-learning process. The methodology involved the community, teachers and the research team to achieve the empowerment and sustainability of the initiative.*

**Keywords:** *Renewable energy, digital platform, teaching-learning process*

**Resumen.** *Se presentan los resultados de un proyecto ejecutado con el objetivo de fortalecer el aprendizaje de las ciencias de estudiantes de escuelas de difícil acceso de la República de Panamá, a través del acceso a una plataforma digital. Se diseñó e implementó un sistema de generación de energía con fuentes renovables, de acuerdo a las características propias de la comunidad, lo que permitió ofrecer a docentes y estudiantes una herramienta que integra todas las características necesarias para el desarrollo de conocimientos básicos y avanzados sobre el uso de TIC y la disponibilidad de contenidos didácticos divertidos que fortalecen el proceso enseñanza-aprendizaje. La metodología involucró a la comunidad, docentes y al equipo investigador para lograr el empoderamiento y la sostenibilidad de la iniciativa.*

**Palabras clave:** *Energía renovable, plataforma digital, proceso enseñanzaaprendizaje*

### 1 INTRODUCCIÓN

Según el censo 2010 de la Contraloría General de la República, Panamá tiene una población de 3,405,813 habitantes de los cuales el 65,1% habita en zonas urbanas y un 34,9% en zonas rurales siendo que, de este último porcentaje existen 486,531 niños y adolescentes (Contraloría General de la República de Panamá, s.f.); (UNICEF, 2013) que en su mayoría están inseridos en un sistema multigrado de educación, lo que significa que comparten y son atendidos, al

mismo tiempo, por un único docente en detrimento de la calidad de su formación. Aunque el Ministerio de Educación (MEDUCA) ha contemplado programas con líneas de acción que incidan a reforzar el modelo pedagógico y administrativo de las escuelas para completar niveles de equidad y calidad en la educación, y lograr mejorar los ambientes de aprendizaje a fin de asegurar el éxito educativo de todos (UNESCO, 2014), todavía persisten grandes diferencias en las competencias y habilidades desarrolladas por estudiantes de escuelas de áreas urbanas cuando comparadas con los niños de escuelas multigrado, además el mayor porcentaje de reprobados y de deserción escolar se registra en el área rural y comarcal. Datos del Departamento de Estadística del MEDUCA, indican que casi el 8% de los estudiantes de educación primaria no aprueban o no continúan sus estudios primarios.

Por otro lado, de acuerdo a la Secretaria Nacional de Energía (2014) en el país existe un déficit en la cobertura de electricidad del 10%, afectando principalmente a comunidades alejadas que no tienen acceso a este servicio básico, ni son considerados en los programas de electrificación por encontrarse distantes de la red eléctrica nacional. Se reconoce que en Panamá y en otras partes del mundo se han desarrollado proyectos promoviendo el uso de fuentes renovables de energía en comunidades con difícil acceso a la red eléctrica nacional (o a otras redes eléctricas), se encuentra por ejemplo, el programa Alemán/Holandés “Energising Development (EnDev)” que promueve el acceso sostenible a servicios energéticos modernos que satisfagan las necesidades de una población que no tiene poder adquisitivo para los servicios básicos (EnDev, s.f.). En Suramérica se puede mencionar a Ecuador que, a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, ha ejecutado proyectos para generar energía renovable de forma eficiente y sustentable provechando la diversificación de las fuentes de energía, la aplicación de tecnología limpia y la reducción de contaminación (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, s.f.). Sin embargo, este tipo de proyecto, en la mayoría de los casos, se enfoca en suministrar energía de forma continua y confiable, de esta forma, el impacto del proyecto se encuentra limitado al uso que le den a la energía generada, reduciendo de forma dramática las huellas sociales que se puedan marcar positivamente en la comunidad para mejorar su desarrollo social, cultural y económico.

En virtud de la carencia de sistemas integrados, que valoricen tanto la energía generada como el buen uso de la misma, y considerando el evidente problema en materia educativa en el área rural, se concibió el Modelo didáctico e innovador para la enseñanza a través de una plataforma digital, que para su funcionamiento necesitaba la participación de la comunidad, los docentes y estudiantes y principalmente debería superar los retos de falta de electricidad y de

conexión a internet que son prerequisites básicos para incorporar en la educación el uso de las TIC (UNESCO (2013). Estas herramientas tecnológicas son esenciales en comunidades rurales para incentivar su propio desarrollo a través de la educación visto que en gran medida las capacidades de productividad de un individuo están cada vez más relacionadas con los conocimientos que éste posea sobre el uso de herramientas y aplicaciones tecnológicas que permitan maximizar el tiempo invertido en una tarea particular.

### 1.1 OBJETIVO

La investigación tuvo como objetivo desarrollar un modelo piloto a través de una plataforma digital, apoyada de un sistema generación eléctrica renovable en áreas de difícil acceso de la República de Panamá, con el propósito de promover una mejor calidad del proceso enseñanza-aprendizaje a través de las TIC's con la participación primordial de la comunidad, docentes y estudiantes. La sinergia entre diferentes áreas y líneas de investigación que incluyen: Ingeniería Eléctrica, Mecánica, Industrial, Sistemas Computacionales, con la participación de expertos con especialidad en Energías Renovables, Gestión de Proyectos y Procesos Educativos fue primordial para el diseño e implementación de ambos sistemas (Sistema de Generación Eléctrica y Plataforma digital).

## 2 METODOLOGÍA

El proyecto fue implementado en la Escuela Primaria Boca de Lurá, con el propósito de promover el desarrollo comunitario en zonas aisladas. Este aislamiento representa una de las razones por la cual se limitaba su inclusión en programas nacionales de electrificación. Para escoger esta escuela, fue necesario realizar giras de reconocimiento a las comunidades rurales de difícil acceso con el fin de recolectar mediciones energéticas dependientes de las condiciones climáticas durante la fecha que fueron visitadas, para evaluar ciertos criterios establecidos para clasificarlas: distancia de la red eléctrica nacional; distancia a carreteras pavimentadas; carencia de servicios básicos (electricidad, agua potable, saneamiento); potencial eólico y fotovoltaico; y características de la población beneficiada.

Luego de un análisis de las características de cada una de las comunidades visitadas, se logró identificar a la comunidad de Boca de Lurá para la instalación del Sistema de generación eléctrica. Entre los criterios más relevantes se pueden mencionar: era la comunidad más alejada

a la red eléctrica nacional; posee el camino más accidentado de las visitadas; no tiene acceso eléctrico; su acceso al recurso hídrico es intermitente; el potencial energético fue de los más bajos pero en el momento de la visita hubo mucha nubosidad, lo que afectó las mediciones; y era la comunidad que brinda un beneficio no solamente a su comunidad sino también a otras cercanas porque es utilizada como centro de acopio.

El éxito del modelo desarrollado consideró tres componentes esenciales: el Técnico, donde en primera instancia se realizó una evaluación de las proyecciones e intereses de la comunidad, para poder unificarlo con las necesidades educativas de los niños, existiendo una sinergia entre comunidad, escuela y equipo investigador. En este componente, se realizan el diseño y pruebas para incorporar las dos diferentes tecnologías definidas en el desarrollo del proyecto (Sistema de Generación Eléctrica y Plataformas Digitales).

El segundo componente incluye el desarrollo de capacitaciones tanto a estudiantes como a docentes de la escuela de Boca de Lurá. En el caso de los estudiantes, era la primera vez que tenían contacto con la tecnología, específicamente con computadoras y sus accesorios. Por lo que, se trabajó individualmente con cada uno de los niños para ayudarlos a familiarizarse y apoyarlos en el desarrollo de sus habilidades para manejar los componentes (ratones, teclados, etc.) de la computadora y que logran realizar su primer recorrido, guiado por la plataforma web diseñada. Mientras que los temas de las capacitaciones a los docentes 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 les indicó cómo acceder a la plataforma creada y al contenido guardado (diversas lecturas, vídeos e imágenes). Dentro de este componente se incluye la capacitación sobre el uso correcto del sistema eléctrico de generación sin poner en peligro su integridad física o la de las personas a su alrededor. Participaron miembros de la comunidad, padres de familia, el maestro del centro básico y maestros de escuelas cercanas.

El tercer componente se enfoca en la innovación social y sostenibilidad de los sistemas implementados. El modelo didáctico desarrollado integra la realidad de la comunidad, de sus estudiantes y docentes para generar un sistema único y funcional que incorporó los requisitos del sistema educativo formal (establecidos por el MEDUCA) y características adicionales que sirvieran de apoyo para superar las dificultades del docente que debía manejar la enseñanza multigrado.

Se establecieron reuniones con los representantes de la comunidad y los docentes de la escuela para conocer la realidad educativa de los estudiantes. Estas reuniones sirvieron como base en dos aspectos importantes: el material educativo y la inclusión de los padres en el proceso enseñanza-aprendizaje previo a la implementación de la plataforma. Posteriormente, se realizaron pruebas “pre” de conocimientos generales a los estudiantes con el fin de evaluar sus debilidades y fortalezas en las asignaturas esenciales. Se analizaron los planes de estudio oficiales del MEDUCA, con el objetivo de realizar las adecuaciones necesarias para su implementación en la nueva plataforma digital.

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICO BASADO EN ENERGÍAS RENOVABLES**

##### **3.1.1 Generador eólico, generador fotovoltaico y cuarto eléctrico**

El sistema de generación eléctrico se centra en un sistema fotovoltaico y un generador eólico, ambos conectados a un solo banco de baterías. Estos sistemas constan de los reguladores necesarios para que sean integrados sin ningún problema. Los equipos están alojados en el cuarto eléctrico, ubicado en la parte exterior. A continuación, se detalla cada subsistema que conforma el sistema de generación de energía:

##### **3.1.2 Sistema eólico**

El generador eólico utilizado es una máquina trifásica de imanes permanentes y para su diseño se tomaron las siguientes consideraciones eléctricas: cálculo correcto del dimensionamiento de los conductores; procurar que el empalmado fuera seguro; y que los conductores eléctricos no estuvieran sometidos a tensión al momento de levantar o bajar la torre.

Como medida de seguridad durante la instalación se puso en corto circuito las tres fases del generador, para evitar que las aspas del generador giraran durante el proceso. Para esta conexión se utilizaron conductores AWG calibre #8 y se realizó a través de una tubería subterránea hasta el cuarto eléctrico. La conexión de los tres conductores trifásicos se podía dar en cualquier orden, porque el controlador rectificaba la señal.

### 3.1.3 Sistema fotovoltaico

Está conformado por un arreglo serie-paralelo de 6 paneles fotovoltaicos de 200W c/u. En el arreglo se conectaron 3 grupos en paralelo, cada grupo está conformado por 2 paneles en serie. Para las conexiones de los mismos se utilizó cable que cumpliera con las siguientes especificaciones: calibre adecuado para la corriente máxima a manejar, cubierto para uso en exteriores y temperatura máxima de 90°C. Los paneles descansan sobre una estructura metálica, la cual también es utilizada para brindar la inclinación y orientación correctas a los paneles solares, logrando así maximizar la producción energética.

### 3.1.4 Cuarto eléctrico

Es el lugar donde se alojó de forma segura todos los componentes de control, protección, adecuación de señal y almacenamiento de energía del sistema de generación eléctrica. Los componentes ubicados dentro del cuarto eléctrico son: 10 baterías selladas de 12V/100Ah, 1 inversor 24V/1500W, un regulador fotovoltaico de carga, un controlador para el generador eólico, tres Interruptores DC, 20 A, 3 Interruptores DC, 150 A y 2 Interruptores AC, 60 A.

Figura 1 - Sistema de generación eléctrica instalado en la escuela



Fuente: Imágenes tomadas *in situ*

### 3.1.5 Prueba de funcionamiento

En la tabla 1 se presentan los datos recolectados y los cálculos a partir de dicha información para verificar el correcto funcionamiento del sistema de generación (CINEMIUTP, 2010).

Tabla 1 - Datos recolectados del sistema instalado

TIEMPO	BATERÍA	EÓLICO	DATOS LEIDOS			RADIACIÓN	PANELES FOTOVOLTAICOS	DATOS CALCULADOS		
			FOTOVOLTAICO	INVERSOR				INVERSOR	POTENCIA SOLAR	EFICIENCIA DEL PANEL

#	V <sub>DC</sub> (V)	I <sub>DC</sub> (AMP)	I <sub>DC</sub> (AMP)	I <sub>DC</sub> (AMP)	W/m <sup>2</sup>	P <sub>p</sub> (WATT)	P <sub>r</sub> (WATT)	P <sub>s</sub> (WATT)	%
1	26.30	0.00	11.90	5.50	308.00	312.97	144.65	2744.28	11.40
2	26.30	0.00	11.90	5.50	308.00	291.93	147.28	2441.34	11.96
3	26.27	0.00	10.80	5.60	263.30	283.72	147.11	2346.00	12.09
4	26.27	0.00	10.90	6.20	265.00	286.34	162.87	2361.15	12.13
5	26.27	0.00	11.30	5.50	282.80	296.85	144.49	2519.75	11.78
6	26.30	0.00	13.30	6.10	364.00	349.79	160.43	3243.24	10.79
7	26.37	0.00	15.30	5.90	397.00	403.46	155.58	3537.27	11.41
8	26.42	0.00	17.32	5.80	445.00	457.59	153.24	3964.95	11.54
9	26.40	0.00	14.20	5.80	350.00	374.88	153.12	3118.50	12.02
10	26.42	0.00	16.10	5.70	374.00	425.36	150.59	3332.34	12.76
11	26.47	0.00	18.00	6.00	428.00	476.46	158.82	3813.48	12.49
12	26.47	0.00	17.00	5.40	433.00	449.99	142.94	3858.03	11.66
13	26.44	0.00	15.10	5.70	482.00	399.24	150.71	4294.62	9.30
14	26.50	0.00	22.00	6.00	544.00	583.00	159.00	4847.04	12.03
15	26.66	0.00	27.20	5.30	702.00	725.15	141.30	6254.82	11.59
16	26.67	0.00	25.50	5.70	672.00	680.09	152.02	5987.52	11.36
17	26.68	0.00	25.20	5.50	635.00	672.34	146.74	5657.85	11.88
18	26.68	0.00	25.50	5.70	614.00	680.34	152.08	5470.74	12.44
19	26.60	0.00	22.40	5.50	563.00	595.84	146.30	5016.33	11.88
20	26.49	0.00	14.50	5.40	362.00	384.11	143.05	3225.42	11.91
21	26.50	0.00	17.70	5.80	380.00	469.05	153.70	3385.80	13.85
22	26.49	0.00	17.80	5.70	438.00	471.52	150.99	3902.58	12.08
23	26.51	0.00	17.40	5.20	443.00	461.27	137.85	3947.13	11.69
24	26.55	0.00	20.00	5.70	526.00	531.00	151.34	4686.66	11.33
25	26.60	0.00	21.00	5.60	531.00	558.60	148.96	4731.21	11.81
26	26.58	0.00	19.70	7.30	505.00	523.63	194.03	4499.55	11.64
27	26.59	0.00	21.50	7.00	564.00	571.69	186.13	5025.24	11.38
28	26.61	0.00	21.60	7.10	585.00	574.78	188.93	5212.35	11.03
29	26.65	0.00	24.30	6.80	652.00	647.60	181.22	5809.32	11.15
30	26.68	0.00	24.40	6.80	663.00	650.99	181.42	5907.33	11.02

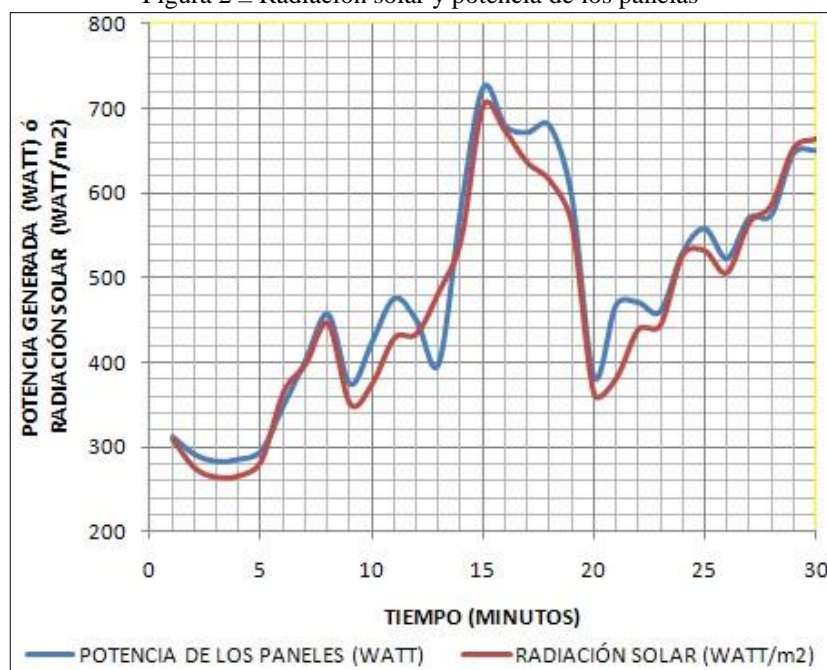
Recolección de datos *in situ*

En la tabla 1 se observa que la corriente proveniente del sistema eólico fue cero durante todo el tiempo de recolección de datos. Esto se debe a que en el momento de la prueba las



cargas no estaban conectadas en su totalidad lo que provocó que el sistema de control no activara el generador eólico y toda la energía fuera suplida por el sistema fotovoltaico. Otro dato importante es la eficiencia de los paneles fotovoltaicos: durante la visita la eficiencia promedio estuvo alrededor del 11%, siendo éste un valor aceptable considerando que los paneles fotovoltaicos actuales tienen eficiencias máximas entre 20 y 25% en condiciones óptimas (25°C, 1000 W/m<sup>2</sup>). Esta eficiencia medida incluye las pérdidas por el cable y las del regulador fotovoltaico. La Figura 2 se demuestra que la potencia entregada por los paneles fotovoltaicos da seguimiento a la potencia solar (potencia de entrada), esto sirve para verificar el correcto funcionamiento de los paneles fotovoltaicos y la velocidad de respuesta de los mismos.

Figura 2 – Radiación solar y potencia de los paneles



Fuente: Gráficos generados con datos del proyecto

### 3.2 PLATAFORMA DIGITAL

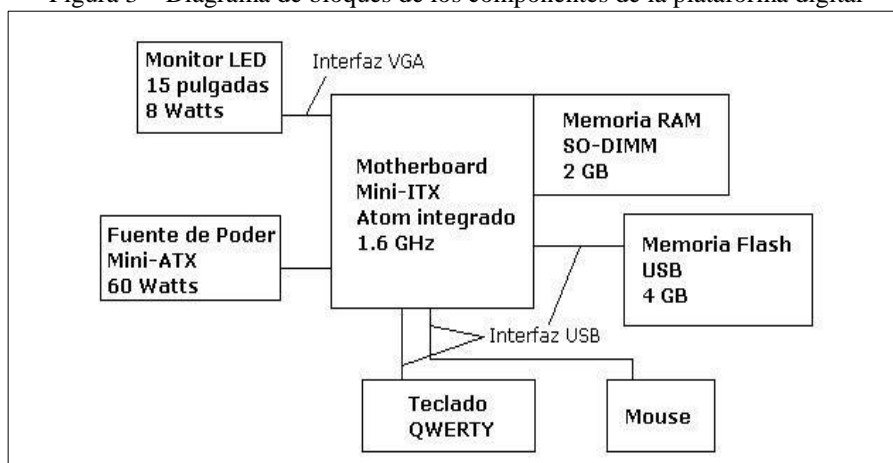
Se inició con el diseño de módulos educativos, compra de equipos y pruebas de funcionamiento realizadas en laboratorio previo a la instalación en la escuela. La plataforma está conformada por ocho computadoras conectadas entre sí y una impresora. Los dos docentes que atienden los grupos A y B tienen acceso a una computadora habilitada como administradora, desde la cual pueden decidir qué módulos habilitar para que los estudiantes usen de acuerdo a su programación diaria y al final del día, los docentes pueden recolectar la información generada

por los estudiantes. Estas computadoras cuentan con elementos de hardware básicos y necesarios para ejecutar los programas educativos, con el objetivo de procurar el menor consumo energético posible y de esta forma maximizar el tiempo de disponibilidad de la computadora y utilizar de forma responsable el sistema de generación eléctrica instalado en la escuela. Entre las principales consideraciones para la definición de los elementos de la plataforma digital se tienen:

- Un aspecto que se tuvo en cuenta para elegir estos componentes era que no se movieran al operar (abanicos y disco duro con cabezas de lectura/escritura). El objetivo era evitar el desgaste de los componentes y lograr una mayor durabilidad de los equipos.
- Era esencial que la plataforma tuviera bajo consumo energético para que se adapte a la energía proporcionada por el sistema de generación eléctrica instalado en la escuela. Debido a esto, se eligieron componentes que consuman poca energía, tales como monitores LED, con un consumo aproximado de 15W.
- Otro punto relevante es que el lugar en donde el equipo será instalado es de difícil acceso en cualquier época, por lo cual se compraron componentes de tamaño pequeño facilitarían el ensamblado, y fueran equipos fáciles de transportar.

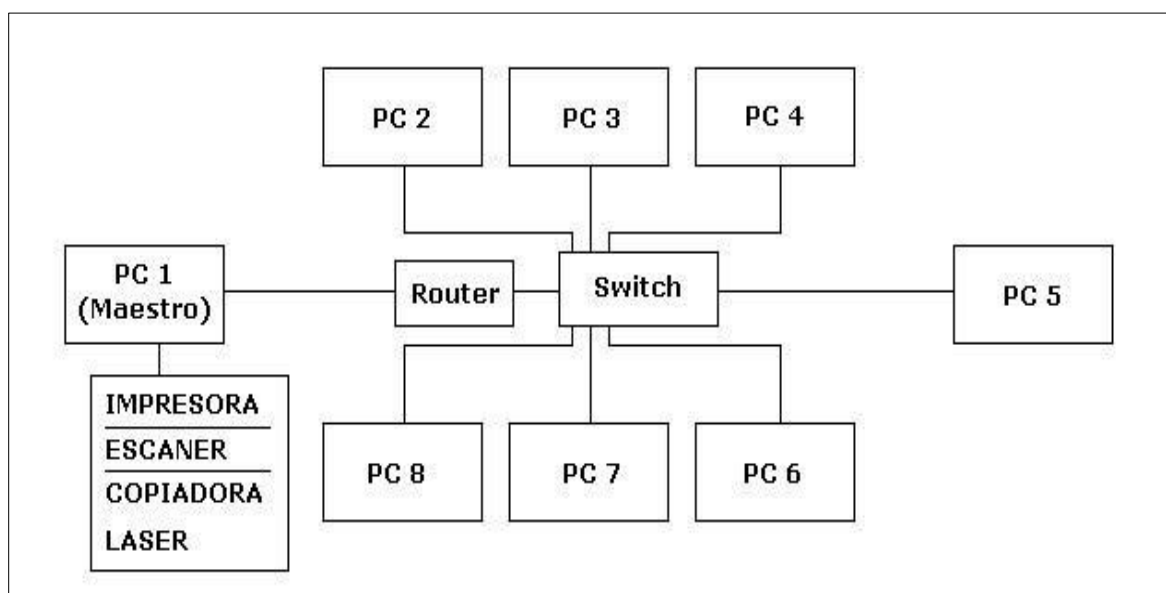
Los diagramas de los diseños de la plataforma digital instalados en la escuela se muestran en las figuras 3 y 4:

Figura 3 – Diagrama de bloques de los componentes de la plataforma digital



Fuente: Datos del proyecto

Figura 3 – Diagrama de Conexión de las computadoras que conforman la plataforma digital



Fuente: Datos del proyecto

El sistema operativo es software libre (GNU/Linux) así como, las aplicaciones de productividad (procesador de texto, hoja de cálculo, etc., tipo Open Office). Los contenidos desarrollados son extensos y suficientes para compensar el hecho de que no se tiene acceso al Internet, sin embargo, los mecanismos de búsqueda y acceso a los mismos simulan los utilizados cuando se tiene conexión a Internet para que los estudiantes obtengan la misma experiencia que se tiene al navegar sitios web.

Se creó un sistema automatizado para ayudar al docente a impartir su clase y que en específico cumpliera con los siguientes requisitos:

- Que administre el registro de los estudiantes de cada grupo y sus calificaciones obtenidas cuando trabajan en un tema, optimizando el tiempo de los docentes y al mismo tiempo que le permita al estudiante continuar con el aprendizaje, aunque el docente no esté en el salón
- El software debía permitirle al docente habilitar los temas para cada grupo de estudiantes, cuándo éstos estén preparados o les corresponda realizarlos, y que le permita decidir cuál tema necesita reforzamiento antes de su evaluación
- Que permita al docente consultar y llevar reportes estadísticos
- El software debía darle al estudiante una experiencia tipo internet, donde puedan usar herramientas como buscadores y páginas de información

- Debía ser educativamente divertido, de manera que estimule el interés y curiosidad en los estudiantes para estimular que regresen a los salones de clases
- Adicionalmente se incluyó un módulo para administración de los recursos de la escuela y nuevas funcionalidades como por ejemplo para llevar un control del peso de los estudiantes

Los módulos y programas instalados en las computadoras fueron seleccionados e implementados de acuerdo al programa de estudios de educación primaria del Ministerio de Educación (MEDUCA) que además se tomaron como referencia para el desarrollo de cuatro pruebas de evaluación (diagnóstica y de evaluación y seguimiento), abarcando los temas más importantes: español, matemáticas, ciencias naturales y ciencias sociales. Fueron diseñadas para 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. El objetivo principal de las pruebas fue conocer el nivel académico de los niños de la escuela antes y después del uso de la herramienta computacional y que sirviera como indicador del logro de los objetivos del proyecto.

### 3.3 INNOVACIÓN SOCIAL Y SOSTENIBILIDAD

Para el diseño de la plataforma web se tomó en cuenta la problemática social identificada en la escuela de Boca de Lurá y que se vive en la mayoría de las escuelas rurales de nuestro país a saber: los estudiantes que se gradúan de ésta escuela o de otras escuelas rurales y continúan sus estudios, suelen tener problemas para adaptarse ya que, no conocen ni manejan herramientas como el internet, quedándose rezagados y hasta desertando de los estudios; había solo dos docentes asignados que atienden a niños de diferentes grados y edades en un mismo grupo, los cuales acaban recibiendo la misma clase, a veces muy avanzada o por el contrario muy atrasada para otros; otra dificultad es la falta de funcionarios en la escuela por lo que uno de los docentes desempeña funciones de director y debido a que la escuela se utiliza como centro de distribución o acopio de libros y alimentos para los estudiantes de otras escuelas cercanas, esto algunas veces consume el 100% de su tiempo, dejando a sus estudiantes (grupo A) sin su clase diaria, lo que sin dudas afecta gravemente su aprendizaje. Siendo así, la plataforma incorporó los requisitos para el sistema y características adicionales que sirvieran de apoyo para superar estas dificultades. La participación de la comunidad tanto en la instalación del sistema de generación

de energía como en las diversas capacitaciones garantizan la apropiación del proyecto y el uso correcto de la energía generada.

El sistema híbrido (eólico-solar) utilizado para la generación eléctrica de la escuela en esta comunidad aporta para la sostenibilidad ya que, no dependen de un solo sistema y además la energía generada en la escuela, que inicialmente tenía como finalidad alimentar salones y áreas comunes (luces y salidas – para realizar reuniones y capacitaciones) así como alimentar la plataforma digital (computadoras, impresoras, proyectores, televisor), conforme el modelo fue implementado sirvió para que la comunidad identificara la posibilidad de generación de ingresos (con la elaboración de subproductos para la venta); y de recreación (realización de eventos culturales y de esparcimiento para la comunidad).

La sostenibilidad del modelo se sustenta en el sentido de pertenencia de los habitantes de la comunidad y de los docentes con respecto al proyecto al percibir que el mismo:

- a. Proporciona un espacio para realizar reuniones con el fin de discutir problemáticas de la comunidad y decidir cómo resolverlos. Estas reuniones se pueden llevar de forma nocturna (permitiendo mayor participación), además es posible utilizar equipos audiovisuales para facilitar las mismas
- b. Ofrece a niños de la escuela la oportunidad de familiarizarse con herramientas y contenidos interesantes disponibles en la plataforma digital (realidad distante sin energía). La plataforma integra los planes de estudios, pero además tiene herramientas que dan soporte a otras actividades de los maestros y es sostenible debido a la reducción de costos de mantenimiento, a su bajo consumo energético y a la utilización de software libre.
- c. Ayuda a generar de forma directa ingresos a partir de productos elaborados y conservados utilizando la energía eléctrica que disponen

## 4 CONSIDERACIONES FINALES

En cada una de las visitas realizadas a la comunidad, se pudo verificar que la adaptación al sistema informático ha sido continua y exitosa por parte de los estudiantes y maestros. Los compromisos adquiridos sobre los cuidados de los equipos han sido notables, además se logró que este sistema se implementara como material de apoyo de los cursos dictados en el centro escolar. Los resultados de las pruebas de evaluación académica, aplicada luego de un año desde el primer contacto con la herramienta, demostraron de forma general que los estudiantes lograron avances en sus conocimientos para todas las áreas cubiertas. Con el proyecto se ha logrado beneficios positivos y relevantes en la escuela de Boca de Lurá, ya que ha proporcionado a los estudiantes la posibilidad de utilizar tecnologías a las que nunca hubieran accedido por carecer de infraestructura básica, generando mejorías en su motivación, participación e interés en descubrir nuevos temas similar a los resultados presentados por Garcia & Pacheco (2013) con la plataforma para fortalecer el aprendizaje de las matemáticas.

Se contribuye de esta forma al fortalecimiento de la educación en las comunidades rurales, específicamente a través de la disponibilidad de una plataforma digital con base en el plan de estudios del MEDUCA. En muchas ocasiones, la falta de motivación para continuar y aprobar sus estudios, de los estudiantes de escuelas alejadas, 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. Si la plataforma digital, se implementa en otras 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 los niños de comunidades rurales. En el trabajo de Salinas & Sanchez (2009) se destaca precisamente que los docentes juegan un papel importante como promotores del aprendizaje de las TIC en comunidades rurales.

### 4.1 AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento, y confianza depositada en el equipo de investigadores, a la Secretaría Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación (SENACYT) de Panamá.

## REFERENCIAS

- CINEMI-UTP. (2010). *Desarrollo de un Sistema Híbrido de Generación Eléctrica para Aplicaciones en Áreas Rurales*. Panamá.
- Contraloría General de la República de Panamá. (s.f.). *Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)*. Recuperado el 15 de abril de 2016, de [http://www.contraloria.gob.pa/INEC/busqueda/default.aspx?ID\\_PROVINCIA=01](http://www.contraloria.gob.pa/INEC/busqueda/default.aspx?ID_PROVINCIA=01)
- EnDev. (s.f.). *Energising Development*. Recuperado el 6 de junio de 2017, de [http://endev.info/content/Main\\_Page](http://endev.info/content/Main_Page)
- García, I., & Pacheco, C. (2013). A constructivist computational platform to support mathematics education in elementary school. *Computers & Education*, 66, 25-39.
- Instituto de Estadística. (2013). *USO DE TIC EN EDUCACIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: Análisis regional de la integración de las TIC en la educación y de la aptitud digital (e-readiness)*. UNESCO. Canada: UNESCO-UIS.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (s.f.). *Proyectos de Generación Eléctrica*. Recuperado el 12 de junio de 2017, de Ecuador: <http://www.energia.gob.ec/proyectosemblematicos-2/>
- Salinas, A., & Sanchez, J. (2009). La superación de la brecha digital en las escuelas de Chile . *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 5, 157-164.
- Secretaría Nacional de Energía (SNE). (2014). *Plan Energético Nacional 2015-2050: Panamá, el futuro que queremos*. Recuperado el 15 de marzo de 2016, de <http://www.energia.gob.pa/tmp/file/277/plan%20energetico%20nacional%20edicion%20ira%20-julio%202016.pdf>
- UNESCO. (julio de 2014). *Revisión Nacional 2015 de la Educación para todos (EPT)*. Recuperado el 7 de junio de 2017, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002300/230035S.pdf>
- UNICEF. (junio de 2013). *Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia*. Recuperado el 18 de mayo de 2017, de La niñez en Panamá según los censos de población y vivienda: años 2000 y 2010: [https://www.unicef.org/panama/spanish/Ninez-segun-censoweb\(1\).pdf](https://www.unicef.org/panama/spanish/Ninez-segun-censoweb(1).pdf)