

Mural interactivo: estrategia pedagógica para promover el reciclaje en estudiantes de la región de Panamá Norte

Milena Zambrano^{a15} , María L. Singh

Gustavino^{b13} , Jorge Serrano^{b14} ,

Marta Álvarez^{b14} , Miguel Castelló Sosa^{b26} 

¹Universidad Tecnológica de Panamá, República de Panamá, Ciudad de Panamá.

²Universidad de Extremadura, Badajoz, España. ³Centro de investigación e Innovación Eléctrica, Mecánica y de la Industria, ⁴Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales, ⁵Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, ⁶Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional.

(milena.zambrano, maria.singh, marta.alvarez, jorge.serrano1)@utp.ac.pa
miguelcs@unex.es

DOI: 10.33412/pri.v15.1.3799



Resumen: La acumulación de basura en Panamá, se ha convertido en un reto ambiental y sanitario que requiere un cambio de modelos, políticas de gestión y concientización de la población para lograr soluciones efectivas. En este sentido se hace pertinente afianzar una cultura que promueva técnicas como el reciclaje, para el manejo de los residuos sólidos y que coadyuve a la disminución de la contaminación medioambiental. Este estudio presenta, desde un enfoque metodológico mixto, el uso de murales interactivos, como herramienta pedagógica para promover, en estudiantes de la región de Panamá norte, la utilización de esta técnica. Para lograr este objetivo, se incorporaron elementos electrónicos como la placa Node MCU con el ESP-8266 en el diseño de un circuito que permitiera interactuar y familiarizarse con los tipos de residuos y los colores que los identifican. La observación, experimentación, y difusión de resultados a través de la construcción y presentación de sus murales, ayudaron a fortalecer las habilidades educativas y despertar su interés, como se evidencia en las encuestas y entrevistas. Esto demuestra la validez de los murales interactivos como una técnica valiosa para mejorar el aprendizaje y promover el uso del reciclaje.

Palabras clave: herramienta educativa, mural interactivo, estrategia de aprendizaje, residuos sólidos.

Title: educational tool, interactive mural, learning strategy, solid waste.

Abstract: The accumulation of garbage in Panama has become an environmental and healthcare challenge that requires a change in

models, management policies, and general awareness to achieve effective solutions. Thus, it is important to inculcate techniques such as recycling for the management of solid waste which contribute to the reduction of environmental pollution. This mixed method study presents the use of interactive wall murals as a pedagogical tool to promote the use of this technique. To achieve this goal, electronic elements such as the Node MCU board with the ESP-8266 were incorporated in the design of a circuit that would allow interaction and familiarization with the types of waste and the colors that identify them. Observation, experimentation, and dissemination of results through the construction and presentation of these murals helped strengthen their educational skills and evoke their interest, as evidenced by the surveys and interviews. This proves the usefulness of interactive murals as a valuable technique to enhance learning and promote the use of recycling.

Keywords: Educational tool, geolocation, interactive wall, teaching-learning process, computer application.

Tipo de artículo: estudio.

Fecha de recepción: 17 de mayo de 2023.

Fecha de aceptación: 30 de enero de 2024.

1. Introducción

La problemática de los residuos generados por el ser humano o por la naturaleza, se ha convertido en un asunto de interés público ya que se ha venido agudizando, evidenciando un aumento excesivo de la generación de desechos, muy alarmante en todo el mundo [1].

Panamá sigue este mismo camino, debido a que los modelos y herramientas tradicionales de gestión ambiental han demostrado ser insuficientes para mitigar y revertir esta situación [2].

La carencia de una buena gestión de desechos, va íntimamente relacionada con la contaminación de las aguas [3], suelos [4] y aire [5], por lo cual es un tema preocupante que nos afecta a todos y que en panamá, ha ido paulatinamente en aumento.

A pesar de los esfuerzos realizados desarrollando proyectos de carácter ambiental[6][7][8], todavía el trabajo no finaliza hasta que haya un cambio significativo en la forma como se gestionan los desechos.

Existen múltiples estrategias y métodos de gestión de residuos [9], dentro de ellos está integrado el reciclaje, el cual constituye una técnica que ha sido útil para contribuir a disminuir la contaminación a través de la reutilización de la materia prima que hasta ahora se desecha y que constituye un foco de contaminación [10].

Para lograr integrar en nuestro país la metodología del reciclaje, se hace imperante cambiar las políticas de manejo de desechos, concientizar e instruir a la sociedad, implementando actividades de educación ambiental en todos los niveles educativos con el fin de aumentar la escasa cultura ambiental en cuanto a la disposición de desechos orgánicos e inorgánicos [11].

En este sentido, los centros educativos tienen una posición privilegiada en la promoción de responsabilidad ambiental ya que, desde allí, se construyen los cimientos sobre los cuales se forma el individuo.

Para lograr impulsar en los estudiantes una conciencia de reciclaje, es necesario recurrir a técnicas pedagógicas [12], que nos sirvan de herramienta para mejorar las diferentes habilidades y competencias de los estudiantes. Todo ello permite además de mejorar estas habilidades, despertar el interés de la comunidad estudiantil en temas actuales de la sociedad y que den un aporte, según la medida, a resolver la problemática que se nos presenta.

Los murales interactivos [13] son una técnica pedagógica que se han utilizado [14] [15] [16] como estrategia metodológica activa en procesos de enseñanza-aprendizaje ya que permiten desarrollar en los estudiantes los procesos de síntesis, reflexión y crítica desde un trabajo cooperativo con responsabilidad individual y de grupo.

En este estudio, se utiliza la técnica de murales interactivos como herramienta para sensibilizar y motivar a los estudiantes en su participación e implicación en la problemática actual del entorno, en específico el manejo de los residuos a través del reciclaje. Integramos a esta experiencia el reto de trabajar con un microcontrolador electrónico, lo que supuso que tanto los profesores como los estudiantes adquirieran nuevos conocimientos en el área de la electrónica.

A lo largo de este documento presentaremos como primera sección, el desarrollo y metodología empleada para la selección de escuelas, diseño del circuito, manual de procedimiento y la definición del microcontrolador utilizado para la experiencia. En la sección tres (3) se detalla el taller de inducción teórico-práctico que se desarrolló en cada uno de los colegios. Los murales interactivos diseñados por los estudiantes, se presentan en la sección cuatro (4) seguido de la sección cinco (5) en donde se explica el proceso de post-evaluación. En la sección seis (6) se realiza una discusión de los hallazgos y, por último, las conclusiones se detallan en la sección siete (7).

2. Desarrollo de Murales Interactivos

La metodología empleada, responde a la intención de lograr despertar el interés y, por ende, impulsar el uso del reciclaje en una muestra de 17 estudiantes de nivel premedia. Para la construcción del mural, los estudiantes utilizaron un circuito interactivo con una placa NodeMCU ESP-8266 que incluye un microprocesador de 8 bit, cuatro circuitos receptores e indicadores de luz led.

Las actividades iniciales se focalizaron en realizar las gestiones pertinentes para obtener la autorización y colaboración del Ministerio de Educación de la oficina Regional de Panamá Norte para trabajar en cada uno de los colegios participantes.

De manera general se definen cinco etapas: 1. Selección de escuelas participantes, 2. Diseño de circuito y manual de procedimientos, 3. Desarrollo de talleres (teoría y práctica), 4. Proyecto final, 5. Post-evaluación (encuestas y entrevistas), figura 1.



Figura 1. Etapas de la metodología utilizada en la elaboración de los murales interactivos.

2.1 Selección de escuelas participantes

Se eligieron siete (7) instituciones educativas del sector privado y oficial de la región de Panamá Norte (tabla 1) por ser una región en la que existe un fuerte incremento en la mala disposición de residuos sólidos [17].

Tabla 1. Listado de escuelas seleccionadas.

No	Escuelas	Corregimientos
1	San Juan Pablo II	Ernesto Córdoba Campos
2	Escuela Nuevo Progreso	Ernesto Córdoba Campos
3	Escuela La Cabima	Ernesto Córdoba Campos
4	Escuela Unión panamericana	Alcade Díaz
5	Escuela República Árabe de Egipto	Las Cumbres
6	Centro Educativo Panamá Norte	Las Cumbres
7	Colegio Nuestra Señora de Bethlem	Las Cumbres

Por cada institución educativa, se asignaron docentes coordinadores quienes nos ayudaron a coordinar las diferentes actividades y nos proporcionaron el listado de estudiantes que formarían parte del proyecto.

Durante las primeras visitas, se realizó la verificación de los espacios y equipos audiovisuales con que contaban los colegios ya que, para iniciar los talleres, se requería de los mismos.

2.2 Diseño de circuito y manual de procedimientos

La segunda etapa estuvo constituida por el diseño de un circuito y un manual de procedimientos, este último desarrollado para que los estudiantes pudieran trabajar y seguir paso a paso los procedimientos para la construcción del circuito eléctrico destinado a ser utilizado en su proyecto final.

2.2.1 Microcontrolador NodeMCU ESP-8266

NodeMCU ESP8266 es una plataforma de desarrollo similar a Arduino que integra un conector micro-USB necesario para la programación y comunicación a PC (figura 2). Está diseñado especialmente para trabajar montado en protoboard o soldado sobre una placa.

Se utilizó esta placa debido a su bajo costo y por sus características compatibles con Arduino, ya que al trabajar dentro del entorno Arduino, se puede hacer uso de la misma plataforma de desarrollo y de toda la información sobre proyectos y librerías disponibles en internet.



Figura 2. Microcontrolador NodeMCU ESP-8266.

El diseño realizado, integra un circuito que activa una salida (Led) al conectar de forma correcta 4 (cuatro) entradas, que corresponden con el código de colores para cada desecho (figura 3). De esta forma los estudiantes podían usar su imaginación para construir un mural en el que los participantes pudieran interactuar y aprender, utilizando el circuito previamente construido.

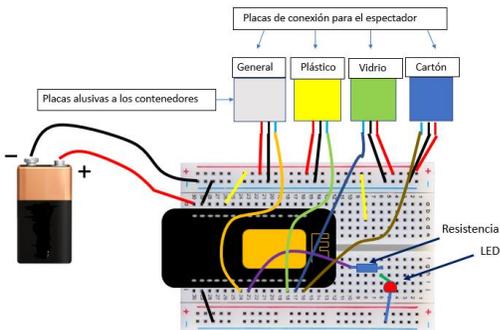


Figura 3. Circuito electrónico desarrollado para la realización del mural interactivo.

Cabe señalar que la programación del encendido del led, fue realizada utilizando el entorno de desarrollo integrado (IDE) de arduino y descargada al microcontrolador NodeMCU ESP-8266.

El diagrama de flujo de la figura 4 representa la secuencia de operaciones del sistema, el primer bloque corresponde a la lectura de los 4 (cuatro) puertos digitales por parte del microcontrolador. Una vez logrado esta lectura, el micro verifica si las entradas tienen las señales correctas para que se active el led indicador y finalizar la rutina.

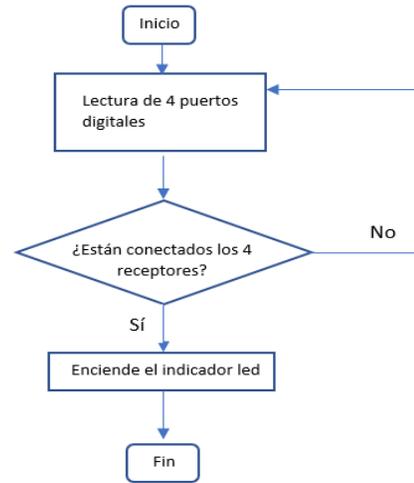


Figura 4. Diagrama de flujo del programa en el circuito interactivo.

2.2.2 Manual de procedimientos

El manual de procedimientos incluía información sobre los circuitos eléctricos, medidores de corriente y voltaje, microcontroladores, variables eléctricas (intensidad, tensión y resistencia). Por otro lado, contenía los procedimientos paso a paso del montaje y configuración del microcontrolador y de los diferentes elementos del circuito. Por otro lado, integraba la metodología a seguir para el concurso de murales y los diferentes aspectos que se iban a evaluar en la presentación final de los mismos.

3. Desarrollo de talleres (teoría y práctica)

La tercera etapa estuvo conformada por tres (3) fases: la fase de inducción, la fase de montaje y validación del circuito de encendido de leds indicadores, la fase de aplicación como se muestra en la figura 5.

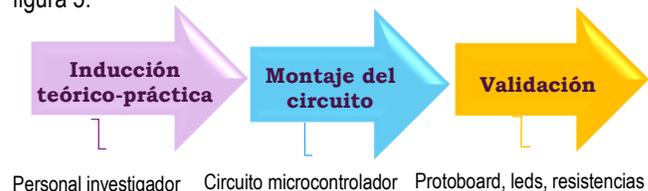


Figura 5. Fases del desarrollo del taller.

En la fase de inducción (teórico-práctica), los estudiantes de los diferentes colegios tuvieron la oportunidad de participar en un taller en el que se les introdujo a los conceptos relacionados con los

circuitos eléctricos y el montaje del circuito previamente diseñado, todo esto utilizando herramientas de visualización y proporcionando a cada uno de los estudiantes los diferentes componentes electrónicos necesarios para construir el sistema.

Por otro lado, se abrió un espacio dentro de la inducción, para una sesión informativa sobre los diferentes aspectos de seguridad que se debían tener en cuenta al momento de trabajar con los elementos electrónicos (figura 6).



Figura 6. Estudiantes desarrollando el montaje del circuito.

Para la realización de la validación, los estudiantes utilizaron, el sistema previamente armado, para encender 4(cuatro) leds que correspondían a los colores designados para cada tipo de residuo, Azul (papel), verde (vidrio), naranja (plástico), gris (general). figura 7.

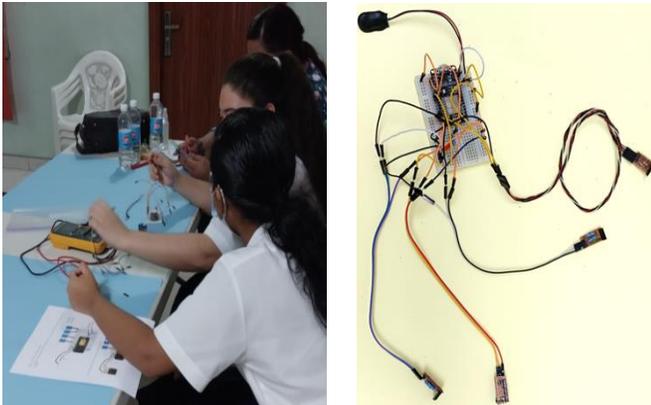


Figura 7. Estudiantes validando el sistema: (a) Verificación de continuidad y conexiones; (b) Circuito final armado.

4. Proyecto final

Con la culminación de la tercera etapa, dio inicio a la cuarta etapa que fue orientada a que los estudiantes utilizaran el conocimiento

adquirido tanto práctico como teórico y con la orientación de profesores e investigadores, desarrollaran su propio proyecto de aplicación del circuito construido a la realización de un mural interactivo que integrara el circuito previamente elaborado y con la posibilidad de realizar mejoras e integrar nuevos elementos.

Al inicio de cada presentación de los murales, los estudiantes explicaron conceptos sobre la importancia del reciclaje, metodología y tipos de desechos, sugeridos en la guía para la construcción del mural interactivo o manual de procedimientos.

Los primeros participantes, del centro educativo San Juan Pablo II, optaron por utilizar el circuito como un ejercicio de cierto y falso, en el cual ellos realizaban cuatro (4) preguntas relacionadas con el reciclaje, que correspondían a las cuatro (4) placas del espectador (figura 2), en cada pregunta si la respuesta era correcta, el espectador iba conectando la placa del espectador, una a una, a las placas alusivas a los contenedores, hasta que el led encendiera con todos los aciertos. (figura 8).



Figura 8. Mural interactivo del Centro Educativo Básico General San Juan Pablo II.

Los estudiantes del Centro Educativo Básico General República Árabe de Egipto escogieron realizar un mural interactivo con una representación de residuos ubicados en diferentes sitios del ambiente natural (playa, montañas, parques) donde conviven las personas.

Utilizaron el circuito como un clasificador en el que, el espectador, tomaba de alguna zona del ambiente natural (mural), un elemento que correspondía a la placa de conexión para espectador con pegatina alusiva a un tipo de desecho y lo debía conectar correctamente, al circuito receptor (placas alusivas a los contenedores), para poder encender el led (figura 9).



Figura 9. Mural interactivo del Centro Educativo Básico General República Árabe de Egipto.

Los estudiantes del Colegio Nuestra Señora de Bethlem crearon un mural que incluía 5 (cinco) carpetas con colores correspondientes a los tipos de desechos; al elegir alguna carpeta, se escuchaba información alusiva al reciclaje. Se pudo evidenciar de esta forma que los estudiantes, por iniciativa propia, trabajaron en la modificación del circuito para integrar una bocina al circuito figura 10.



Figura 10. Mural Interactivo del Colegio Nuestra Señora de Bethlem.

En el Instituto Panamá Norte los estudiantes presentaron un mural sobre las 3R (reducir, reciclar y reutilizar). Para lo cual, utilizaron el circuito como un pareo, en el cual las placas del espectador (con pegatinas alusivas a las definiciones de cada una de las 3R) (figura 2) se debían conectar a las placas alusivas a los

contenedores (con pegativas con tres leyendas: reducir, reciclar y reutilizar) y, cuando ambas placas con sus significados correspondientes coincidían, se encendía el indicador o LED. Adicionalmente, los estudiantes utilizaron otros medios como el código QR para que los espectadores utilizaran sus teléfonos móviles y obtener del mural, información referente al reciclado. En la figura 11 se muestra el mural con el circuito en la parte central baja.



Figura 11. Mural interactivo Instituto Panamá Norte.

5. Post-Evaluación (encuestas y entrevistas)

La quinta y última etapa incluyó la realización de encuestas de conocimientos, nivel de dificultad, de percepción y aceptación; estas últimas fueron diseñadas con el objetivo de medir el interés de los estudiantes tanto por la temática de la utilización del reciclado, como por el uso de los murales interactivos como herramienta didáctica en sus aulas de clase.

6. Resultados y discusión

Se optó por un análisis mixto cualitativo y cuantitativo, el primero a través de la construcción de entrevistas y observación en el desempeño de los murales. Por otro lado, el segundo, a través de una encuesta de percepción de dificultades y aceptación.

Queremos destacar que la primera dificultad para la toma de datos, fue la ausencia de estudiantes al momento de realizar las encuestas, por lo cual la muestra se redujo significativamente.

6.1 Análisis de la encuesta sobre los murales interactivos

La encuesta de conocimiento sobre murales interactivos fue realizada en el rango de edades entre 12 y 17 años. El número total de estudiantes que participaron en la encuesta fue de 17 (diecisiete).

En la figura 12 se puede observar la distribución de edades.

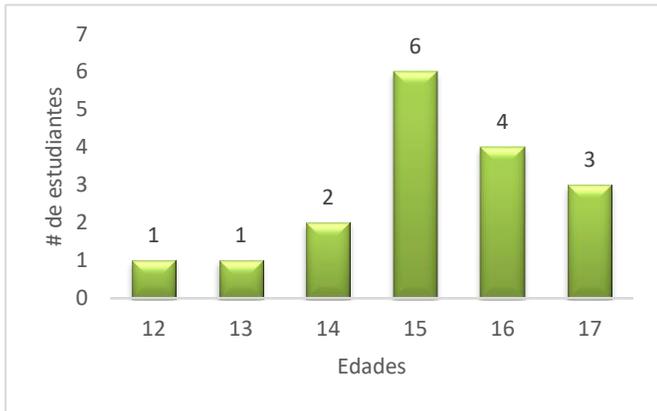


Figura 12. Edades frecuentes de estudiantes consultados sobre el uso del Mural interactivo

Se aplicó una encuesta dirigida a medir el nivel de dificultad que encontraron los estudiantes en la realización del taller y del mural interactivo. Para lo cual se diseñó una plantilla con respuestas cerradas y divididas en cinco escalas: muy fácil, fácil, neutral, un poco difícil y muy difícil. Los resultados de esta encuesta (figura 13) mostraron que 10 (diez) estudiantes participantes indicaron neutralidad en sus respuestas, cuatro (4) de ellos indicaron que les parecía un poco difícil y el resto muy difícil.



Figura 13. Encuesta sobre el nivel de dificultad en la experiencia

Por otro lado, se realizó una pequeña encuesta para medir la percepción y aceptación de los estudiantes por este método pedagógico y su aprendizaje (figura 14). Los resultados, evidencian una frecuencia perceptiva alta (10%), sobre los beneficios de los murales como elemento de aprendizaje en la temática del reciclaje y medioambiente. De igual forma y en un 9%, se refleja que los estudiantes perciben que los murales sirven para aplicar un desarrollo tecnológico. En menos porcentaje (2 y 4%) evaluaron el desarrollo de la creatividad y la interacción con los participantes o espectadores de los murales.



Figura 14. Gráfico de frecuencia en la percepción y aceptación de murales interactivos.

En una pequeña entrevista, se les preguntó si utilizarían los murales interactivos nuevamente y los 17 estudiantes respondieron afirmativamente. Por otro lado, tanto profesores como estudiantes, valoraron positivamente las inducciones y comentaron que la experiencia había aumentado la concienciación de los alumnos y que habían encontrado el taller muy útil para el aprendizaje y promoción del tema del reciclado.

7. Conclusiones

Se comprobó que la técnica pedagógica del mural interactivo constituye una herramienta importante para promover el reciclaje como técnica para el manejo de los residuos y en el proceso de enseñanza – aprendizaje, lo cual fue evidenciado por las diferentes entrevistas y los porcentajes de aceptación por parte de los estudiantes.

Las exposiciones de los murales, tanto el diseño, construcción e interacción con los murales, por parte de cada uno de los colegios fueron una muestra clara del aprendizaje logrado por cada uno de los estudiantes, lo cual los impulsa y los motiva a seguir indagando en aspectos relacionados con el cuidado del medioambiente.

El uso de murales interactivos no se enmarca solamente en una temática específica, tiene un amplio marco de posibilidades de integrar elementos tecnológicos, electrónicos, como lo hicimos con la utilización de un microcontrolador y su uso en escuelas puede servir de mucha ayuda para diversificar las técnicas de aprendizaje ya existentes.

8. Recomendaciones

Se recomienda realizar capacitaciones a los estudiantes y docentes sobre la programación básica para que puedan armar y programar la tarjeta que se utilizó para darle interactividad al mural y explotar todas sus capacidades.

Adicionalmente, es recomendable ampliar en un proyecto futuro esta experiencia a una población estudiantil mayor para tener mayor

representatividad de la muestra, no obtenidos en esta ocasión por dificultades inherentes a la situación de emergencia nacional covid19 y a limitantes internas a nivel de colegios participantes.

Agradecimientos

Agradecemos a la Magister Damaris Herrera, Directora Regional de Panamá Norte – MEDUCA, por habernos permitido con su visto bueno la realización de este proyecto en los centros educativos que dirige. Además, a la Profa. Yosilin Olivardia, asignada por la Dirección Regional, fue una colaboradora muy eficiente para vincularnos con el personal directivo, docente y estudiantes de los centros educativos públicos y privados que participaron en el proyecto.

Referencias

- [1] D. G. García-herrera and J. C. Erazo-álvarez, "Educación ambiental y Educomunicación," vol. III, pp. 163–186, 2020.
- [2] H. Espinoza and A. Dick, "La economía circular, una alternativa de gestión ambiental para el manejo y disposición de residuos sólidos en Panamá," 2021.
- [3] L. E. Arosemena, F. H. Camarena, and E. Saucedo, "Impactos que producen los desechos sólidos en la fuente hídrica del bosque el Colmón de Macaracas," *REDES*, vol. 1, no. 16, pp. 75–91, 2024.
- [4] I. Méndez, Y. Jaén, and J. Him, "Calidad microbiológica y fisicoquímica de los suelos aledaños al vertedero de basura de Santiago, Veraguas, Panamá," *Rev. Colegiada Cienc.*, vol. 1, no. 2, pp. 11–21, 2020.
- [5] A. Díaz, J. Moreno, M. Pérez, D. Sáez, D. Soto, and A. Ulloa, "Enfermedades respiratorias por contaminación ambiental: comunidad del Jobero," *Rev. Semilla Científica*, no. 3, pp. 54–73, 2022.
- [6] E. Almanza Martínez, "Propuesta de programa de educación ambiental para docentes de ciencias sociales de la pre-media (7°, 8° y 9° grados) de la básica general," Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, 2000.
- [7] J. A. Osorio Romero, "Sistematización de experiencia: el proyecto de educación ambiental participativa en la comunidad de Viejo Veranillo, corregimiento de Curundú, distrito capital de Panamá," Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, 2000.
- [8] L. L. Barsallo Pérez, "Propuesta de actividades de educación ambiental para la conservación del mono tití (*saimiri oerstedii*) en panamá," 2001. [Online]. Available: <http://up-rid.up.ac.pa/2806/>
- [9] L. C. Quispe Gutierrez and S. V. Vila Vizcarra, "Políticas de gestión de residuos sólidos en gobiernos internacionales: revisión sistemática," 2022.
- [10] H. Chavolla, "¿ Quién gobierna la basura y el reciclaje?," *InterNaciones*, no. 24, pp. 209–226, 2023.
- [11] F. C. Mayta, L. Arosemena, and E. De León, "Impacto de los desechos generados por la población sobre la calidad del agua del Río La Villa (Panamá)," *Rev. Redes*, vol. 1, no. 14, pp. 100–122, 2022.
- [12] I. H. Sánchez, N. Lay, H. Herrera, and M. Rodríguez, "Estrategias pedagógicas para el aprendizaje y desarrollo de competencias investigativas en estudiantes universitarios," *Rev. ciencias Soc.*, vol. 27, no. 2, pp. 242–255, 2021, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7927662>
- [13] C. M. Aljure Castro and Y. L. Castillo Alfonso, "Mural decorativo e interactivo para la estimulación y concentración de niños entre 0 y 6 años," 2017.
- [14] S. B. Rosenstein, "Facilitating the Interactive Mural Experience as an Act of Creative Placemaking," The Florida State University, 2018. [Online]. Available: <https://diginole.lib.fsu.edu/islandora/object/fsu:661172>
- [15] W. H. Lo and K. H. Ng, "Designing an Interactive Mural for Cultural Reflections," in *International Visual Informatics Conference*, 2017, pp. 570–581. doi: DOI:10.1007/978-3-319-70010-6_53.
- [16] H. Hai, W. H. Lo, H. H. Ng, T. Brailsford, and C. O'Malley, "Enhancing reflective learning experiences in museums through interactive installations," *Rethink. Learn. Digit. Age Mak. Learn. Sci. Count Vol. 2*, vol. 2, 2018, [Online]. Available: <https://uwe-repository.worktribe.com/output/867382>
- [17] Mi ambiente, "Comunidades de Panamá Norte serán capacitadas por MiAMBIENTE," 2022. <https://www.miambiente.gob.pa/comunidades-de-panama-norte-seran-capacitadas-por-miambiente/>