

SISTEMA DE IOT PARA LA INTERACCIÓN CON LOS VISITANTES DEL MUSEO DE LA FUNDACIÓN RAÍCES Y SUEÑOS DE SAN ISIDRO

IOT SYSTEM FOR INTERACTION WITH VISITORS TO THE MUSEUM OF THE RAÍCES Y SUEÑOS DE SAN ISIDRO FOUNDATION

Karina Isabel Véliz Alcívar^{1*}

¹ Instituto de Postgrado, Universidad Técnica de Manabí. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3671-6011>. Correo: kveliz0104@utm.edu.ec

Omar Mar Cornelio²

² Centro de Estudio de Matemática Computacional, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0689-6341>. Correo: omarmar@uci.cu

* Autor para correspondencia: kveliz0104@utm.edu.ec

Resumen

Este trabajo de investigación se centró en el diseño e implementación de un sistema de Internet de las cosas (IoT) para mejorar la interacción con los visitantes del Museo de la Fundación Raíces y Sueños de San Isidro. Los objetivos específicos se enfocaron en determinar los dispositivos y herramientas tecnológicas adecuados, diseñar una infraestructura de IoT y crear una aplicación móvil personalizada para proporcionar información detallada a los visitantes. Para lograr estos objetivos, se llevó a cabo una exhaustiva investigación y selección de dispositivos y herramientas tecnológicas apropiadas para el sistema IoT. Se diseñó una infraestructura que permitía la comunicación entre los dispositivos tecnológicos utilizando software de simulación. Además, se desarrolló una aplicación móvil que ofrecía información detallada sobre exhibiciones, actividades y eventos del museo, brindando una experiencia interactiva a los visitantes. Las conclusiones obtenidas indicaron que la implementación del sistema IoT mejoró significativamente la interacción con los visitantes del museo. La aplicación móvil personalizada permitió a los visitantes acceder a información detallada y actualizada, facilitando su exploración y proporcionando una experiencia más enriquecedora.

Palabras clave: Aplicación móvil; Internet de las cosas (IoT); Interacción con visitantes; Mejora de la experiencia; Museo.

Abstract

This research work focused on the design and implementation of an Internet of Things (IoT) system to improve interaction with visitors to the San Isidro Roots and Dreams Foundation Museum. Specific objectives focused on determining the appropriate technological devices and tools, designing an IoT infrastructure, and creating a custom mobile application to provide detailed information to visitors. To achieve these goals, an exhaustive research and selection of appropriate technological devices and tools for the IoT system was carried out. An infrastructure was designed that allowed communication between technological devices using simulation software. In addition, a mobile application was developed that offered detailed information on museum exhibits, activities, and events, providing an interactive experience for visitors. The conclusions obtained indicated that the implementation of the IoT system significantly improved the interaction with museum visitors. The customized mobile application allowed visitors to access detailed and up-to-date information, making it easier to explore and providing a richer experience.

Keywords: Mobile app; Internet of Things (IoT); Interaction with visitors; Improved experience; Museum.

Fecha de recibido: 02/01/2023

Fecha de aceptado: 01/03/2023

Fecha de publicado: 05/03/2023

Introducción

En la era actual de la digitalización y la conectividad, el Internet de las cosas (IoT) ha surgido como una poderosa herramienta tecnológica que ha transformado nuestra forma de vida y trabajo. El IoT ha permitido la interconexión de dispositivos inteligentes y la recopilación de datos en tiempo real, generando nuevas oportunidades en diversos campos, desde la industria hasta la salud y el entretenimiento (Ulloa-Vásquez et al., 2021). En este contexto, esta tesis de maestría se enfocó en el diseño de un sistema de Internet de las cosas para mejorar la interacción con los visitantes del Museo de la Fundación Raíces y Sueños de San Isidro.

El objetivo general de este trabajo de investigación fue desarrollar un sistema de IoT que brindara una experiencia enriquecedora y personalizada a los visitantes del museo, utilizando dispositivos y tecnologías innovadoras (Juárez, 2019). Para lograrlo, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

En primer lugar, se llevó a cabo una exhaustiva revisión de literatura para identificar los dispositivos y herramientas tecnológicas más apropiados para el diseño del sistema de IoT (Mar Cornelio et al., 2021). Se examinaron investigaciones y aplicaciones previas relacionadas con la interacción en museos y la implementación exitosa de tecnologías IoT en contextos similares (Frommel Araújo, 2022), (Cornelio et al., 2021).

A continuación, se diseñó una infraestructura de IoT que permitiera la comunicación y conexión de los dispositivos seleccionados (Alcívar & Cornelio, 2022). Se definieron los protocolos de comunicación, los estándares de seguridad y se establecieron las pautas para la integración eficiente de los dispositivos en el entorno del museo (Mazon-Olivo & Pan, 2022). Se prestó especial atención a la escalabilidad y flexibilidad del sistema, permitiendo futuras expansiones y adaptaciones.

Materiales y métodos

Para la presente investigación se utilizó el método inductivo ya que con este se podrá inducir los procesos que se van a llevar a cabo en el museo de la fundación al momento de hacer un recorrido con un grupo de visitantes para de esta manera ir determinando la respectiva solución considerando que este método permite conocer las partes del proceso y de esta manera estudiar la forma que se van a llevar a cabo

Método deductivo:

Con este método se ira analizando los procesos que realizan dentro del museo al momento de dirigir un grupo de visitantes para aplicar una solución que interactúe con el visitante y haga que su recorrido sea más productivo e interesante.

Método analítico:

Este método permitirá analizar la documentación relacionada al tema de investigación permitiendo obtener los elementos más importantes del objeto de estudio; ya sea con entrevista y ficha de observación, dirigidas a la visitante y el personal encargado del recorrido.

Con el método Comparativo se realizarán las pruebas necesarias que darán solución a la problemática permitiendo la interacción del usuario con las piezas del lugar de una manera acogedora y productiva.

El tipo de investigación fue del tipo experimental. Con esta investigación se conocerá la forma en que se llevan a cabo los procesos dentro del museo y se dará solución a la problemática ya que se experimentará la mejor opción con la finalidad de hacer las pruebas necesarias que garanticen el funcionamiento de la solución a la problemática (Mar & Gulín, 2018), (Cornelio & González, 2018).

En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable Aplicada (variable dependiente)(Plascencia Gaspar et al., 2011).

Con esta investigación se pretende llevar a cabo la solución de la problemática encontrada basándose en los antecedentes teóricos encontrados, pretendiendo dar una solución a la misma de manera que esta mejore la interacción con los visitantes en el museo de la fundación.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se emplearán entrevistas y encuesta con preguntas abiertas y cerradas que permitirán llevar a cabo el trabajo.

Resultados y discusión

Metodología de diseño Top Down

La metodología top down se aplica en distintas áreas como: diseño de circuitos, desarrollo de productos y sistemas este detalla en modulo los procesos a seguir con finalidad que los programadores sean más eficientes en su labor, ya que al hacerlo por secciones se vuelve más fácil de realizar y se identifican con mayor rapidez los errores otra de las ventajas de esta metodología es que cuando se vayan a realizar mantenimientos a los programas realizados será más fácil y sencillo debido que no será necesario cambiar el programa(Restrepo Muñoz, 2009).

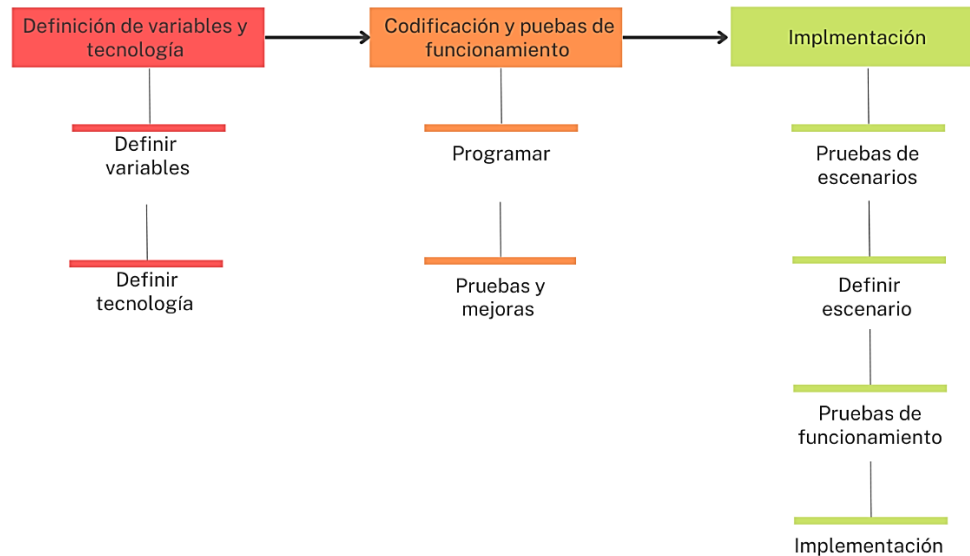


Figura 1: Diseño Top Down.
Fuente:(Restrepo Muñoz, 2009)

Etapla 1: Definición de variables y tecnología

En esta etapa se realizará la definición de variables y la tecnológica que permitirá la interacción con los visitantes de una forma ágil y sencilla del museo de Raíces y Sueños de San Isidro.

Paso 1: Realizar entrevistas al personal administrativo para conocer los procesos que se llevan a cabo dentro del museo.

Paso 2: Revisión bibliográfica sobre la interacción visitantes en museos.

Paso 3: Aplicar Ficha de observación para complementar y determinar el proceso o funcionamiento del museo.

Paso 4: Definir tecnología a utilizar para desarrollar la propuesta.

- ❖ Beacon.
- ❖ Bluetooth.
- ❖ Aplicación móvil.

Etapla 2: Codificación y prueba de funcionamiento

Se Desarrollará la solución IoT y realizaran pruebas de funcionamiento haciendo uso de las herramienta, métodos y lineamientos considerados en esta propuesta para la interacción de los visitantes del museo de Raíces y Sueños de San Isidro.

Paso 1: Diseñar el sistema basándose en el funcionamiento de procesos.

Paso 2: Referenciarse con trabajos relacionados.

Paso 3: Realizar pruebas de factibilidad del diseño.

Etapla 3: implementación

Se realizará propuestas de escenarios para elegir la mejor opción y proceder a la implementación del sistema IoT para la interacción de los visitantes del museo de Raíces y Sueños de San Isidro.

Paso 1: Definir diferentes tipos de escenario

Paso 2: Realizar prueba por tiempos de los escenarios en un área del museo.

Paso 3: Usar resultados obtenidos para realizar mejoras a la propuesta.

Paso 4: Implementar sistema IoT para la interacción de los visitantes del museo de Raíces y Sueños de San Isidro.

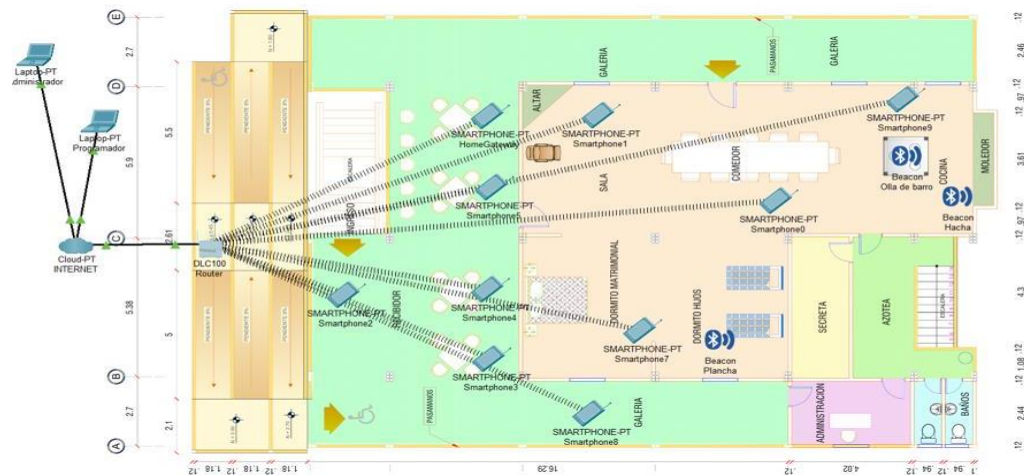


Figura 2: Diseño de red beacons.

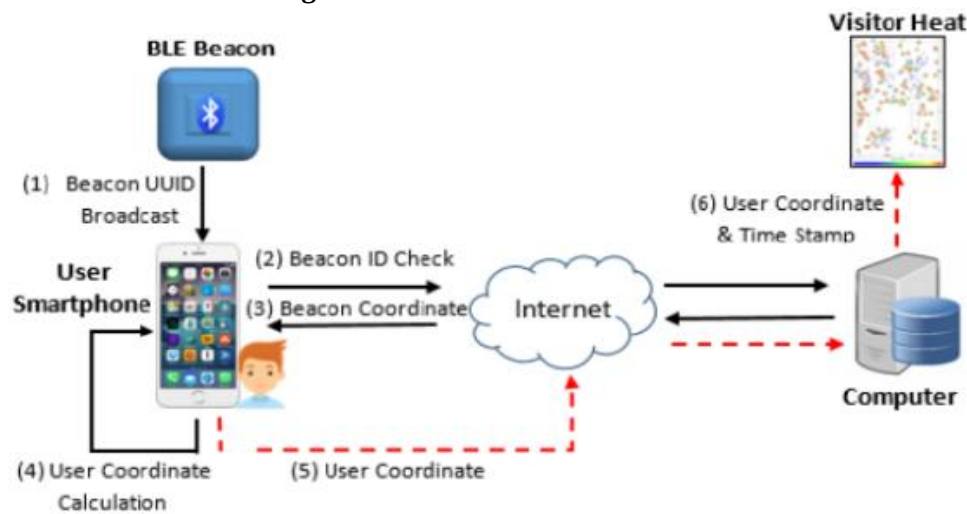


Figura 3: Arquitectura beacons.

Antes de iniciar la instalación, es necesario llevar a cabo el procedimiento de configuración de los dispositivos beacons. A continuación, se detalla el proceso a seguir:

Se ingresa a la plataforma en la nube de Komtakt.io para llevar a cabo la configuración de los dispositivos.

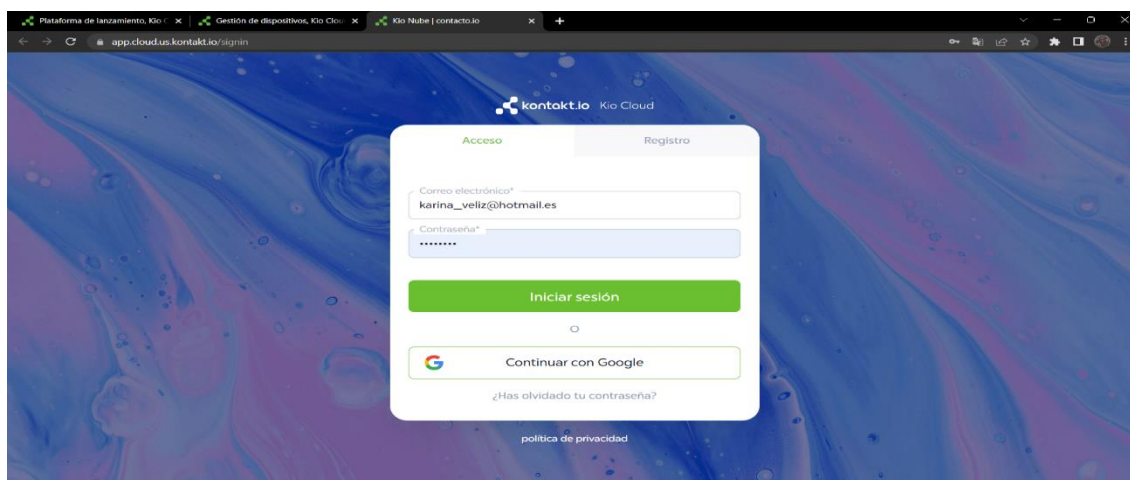


Figura 4: Komtakt.io.

A continuación, se accede a la opción de Gestión de dispositivos 2.0 donde se mostrarán los dispositivos actualmente conectados.

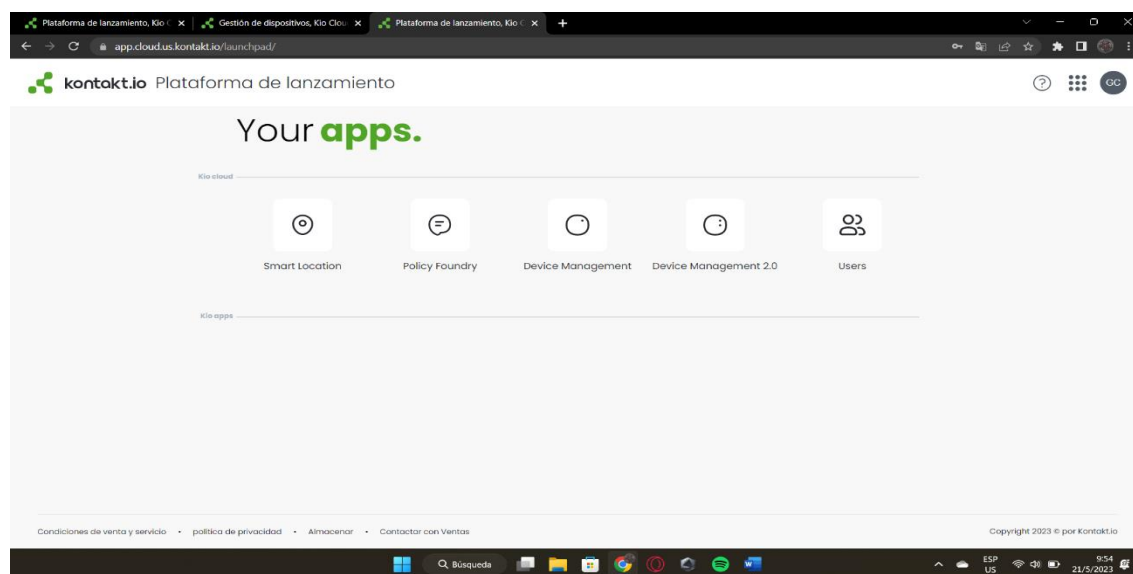


Figura 5: Portal device management 2.0.

Se mostrarán los dispositivos asociados a nuestra cuenta y se procede a acceder a cada uno de ellos para llevar a cabo su configuración correspondiente.

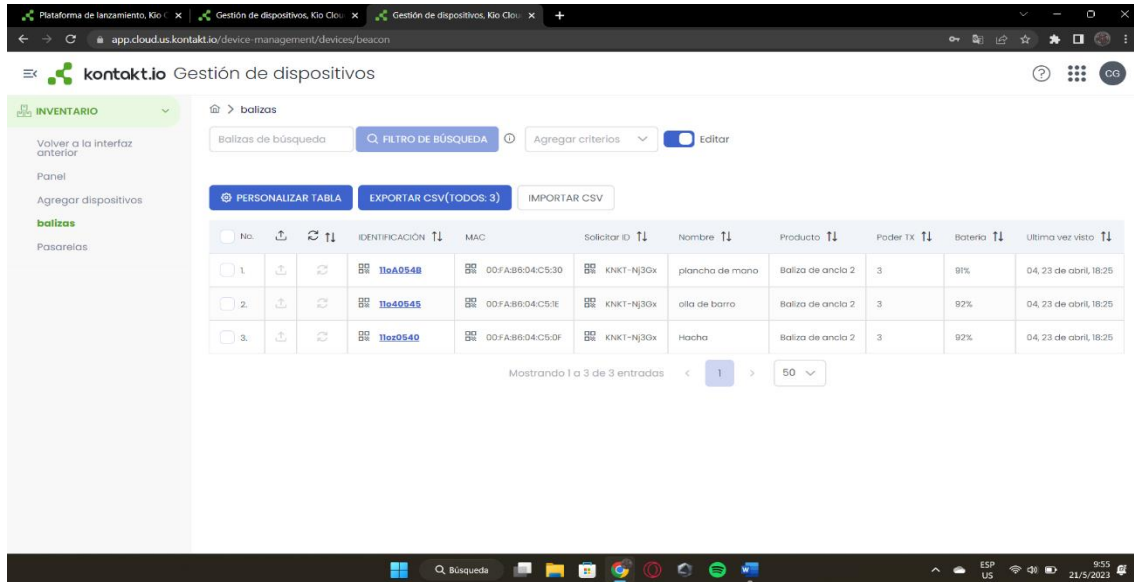


Figura 6: Listado de dispositivos conectados.

Una vez que se accede a cada uno de los dispositivos, se nos presentará la opción de modificar el nombre del dispositivo que se configurará para la pieza del museo en cuestión. En este caso, se establecerá como "Plancha de Mano".

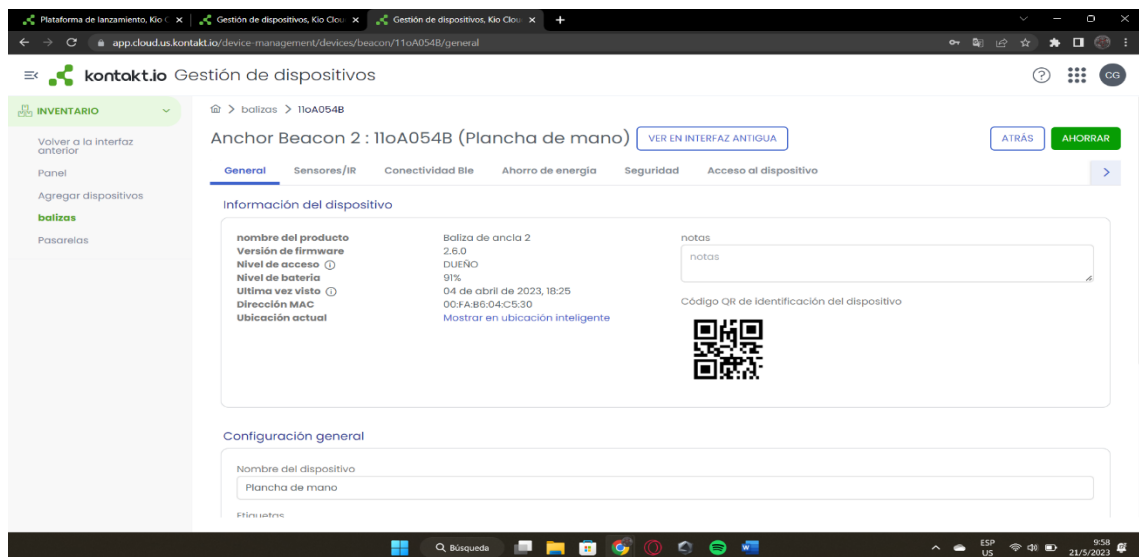


Figura 7: Gestión de Dispositivos.

A continuación, se procede a configurar la potencia de transmisión de los 3 beacons, estableciéndola en 350 milisegundos para cada uno. Posteriormente, activamos la tecnología de iBeacon.

UUID de proximidad	f7826da6-4fa2-4e98-8024-bc5b71e0893e
Importante	48398
Menor	16075
RSSI 1m	-120,-84,-81,-77,-72,-69,-65,-59

Figura 8: Configuración de beacons.

Tres de los cuatro parámetros serán idénticos para los dispositivos, con la excepción del parámetro menor, el cual variará en función de la pieza de arte del museo.

Plancha de mano: 16075

Hacha: 16074

Olla de barro: 16073

Figura 9: Potencia de transmisión – Olla de Barro.

En la parte de las balizas de anclaje que se utilizan para establecer puntos de referencia fijos en un entorno determinado, lo que permite una mejor precisión en la localización de otros dispositivos beacons o dispositivos móviles en relación con esas balizas. Esta función es útil en aplicaciones de navegación en interiores y experiencias de ubicación basadas en proximidad.

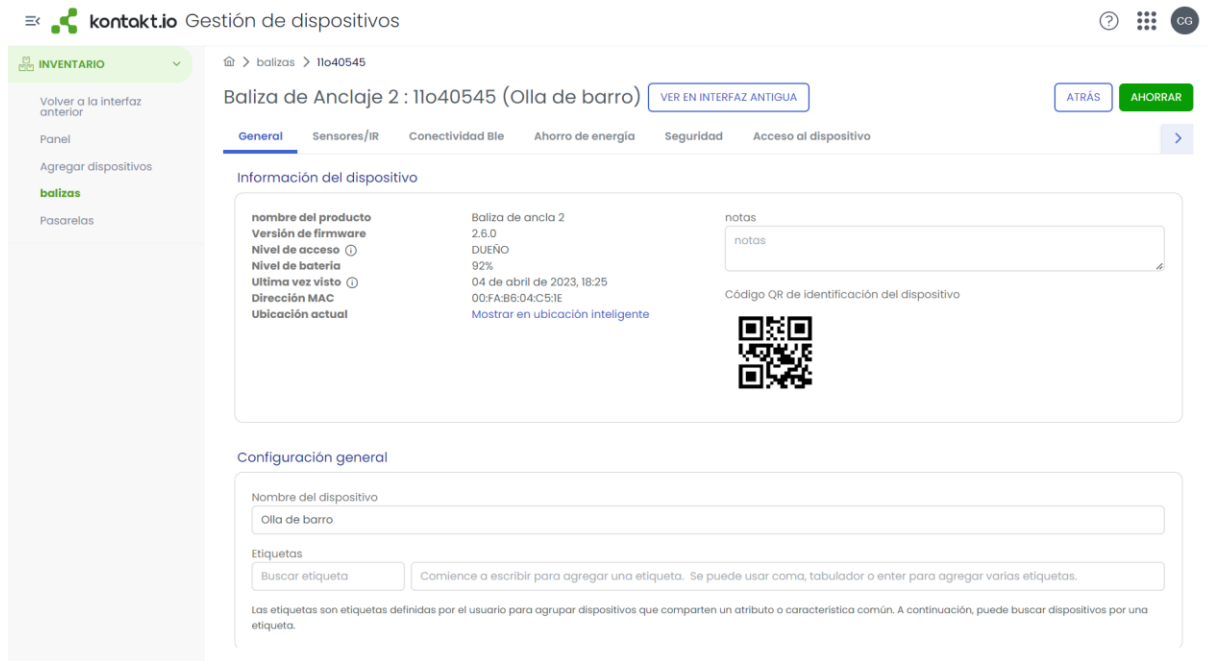


Figura 10: Baliza de Anclaje – Olla de barro.

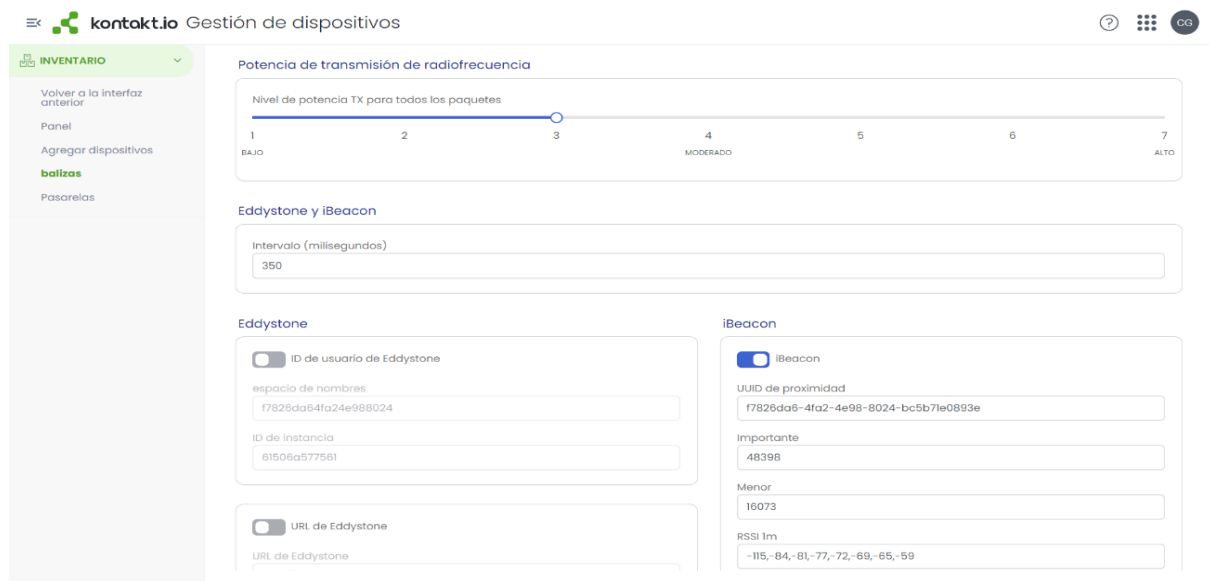


Figura 11: Potencia de transmisión – Hacha.

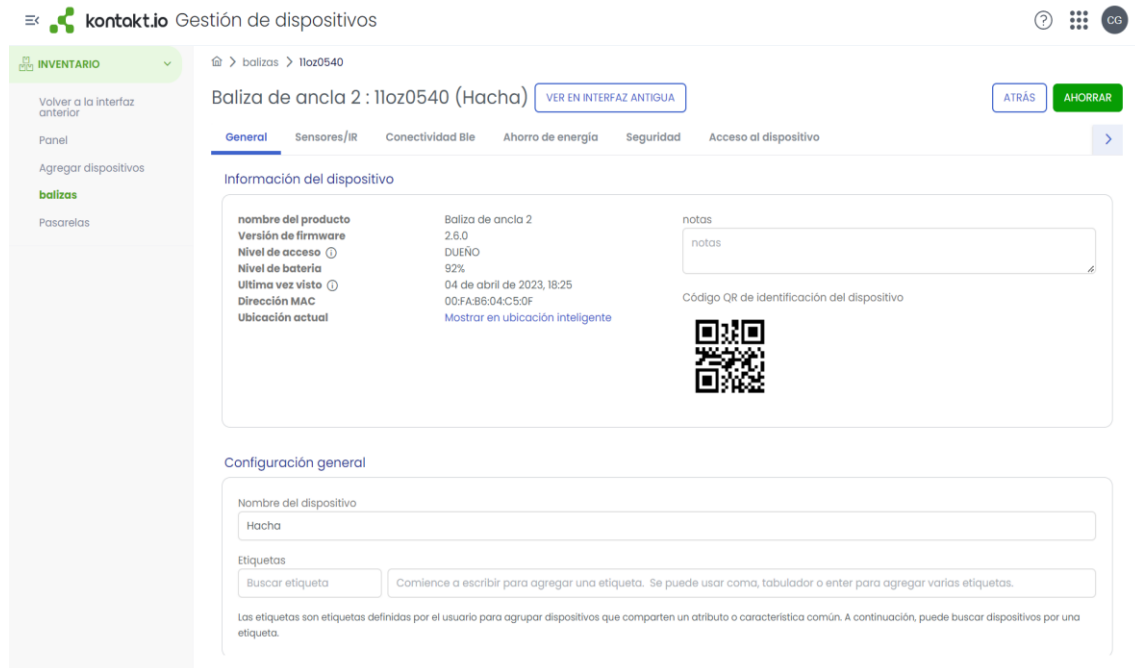


Figura 12: Baliza de Anclaje – Hacha.

Una vez completada la configuración de ubicación de los beacons, se procede a desarrollar la aplicación móvil mediante la plataforma GoodBarber, destinada a la interacción en el museo. Como primer paso, iniciar sesión en la plataforma GoodBarber utilizando las credenciales de la cuenta.

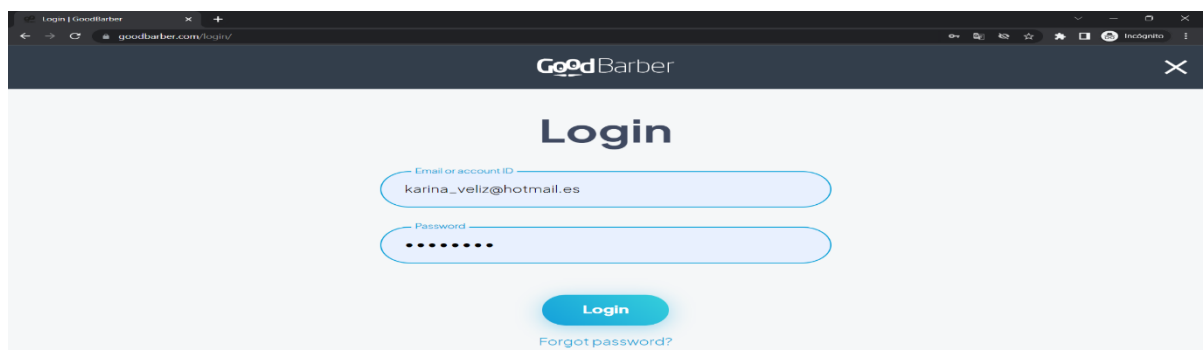


Figura 13: Logeo en GoodBarber.

A, continuación, se procede a seleccionar la opción de "Crear una nueva aplicación" o "Nuevo proyecto" para comenzar con la creación de la aplicación móvil. Después, elegir el tipo de aplicación que deseas crear, como una aplicación para Android, iOS o una aplicación web progresiva.

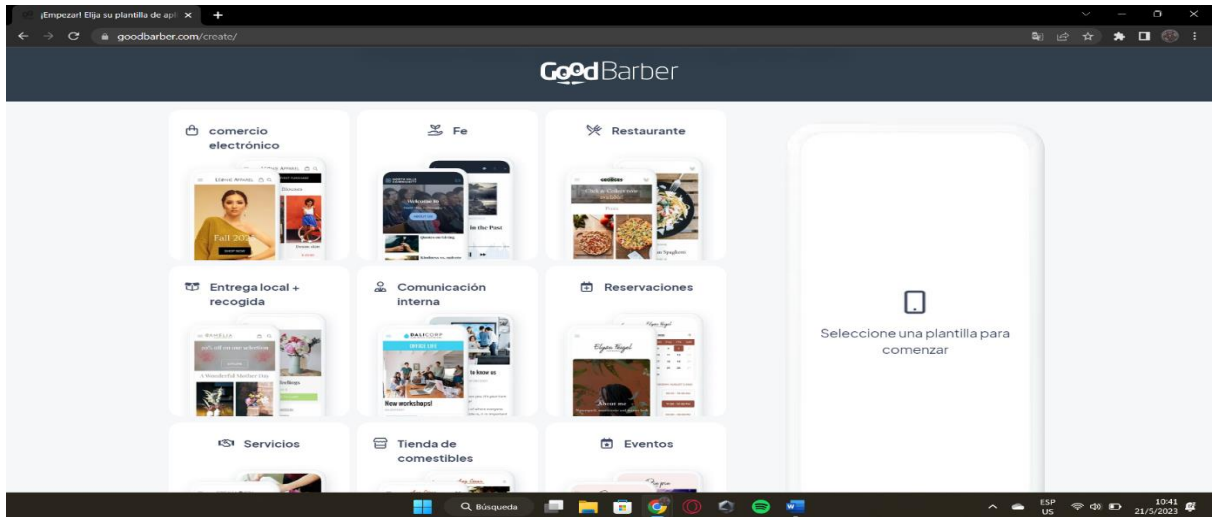


Figura 14: Selección de plantilla.

Seleccionar el diseño y el tema para la aplicación entre las opciones disponibles en la galería de GoodBarber.

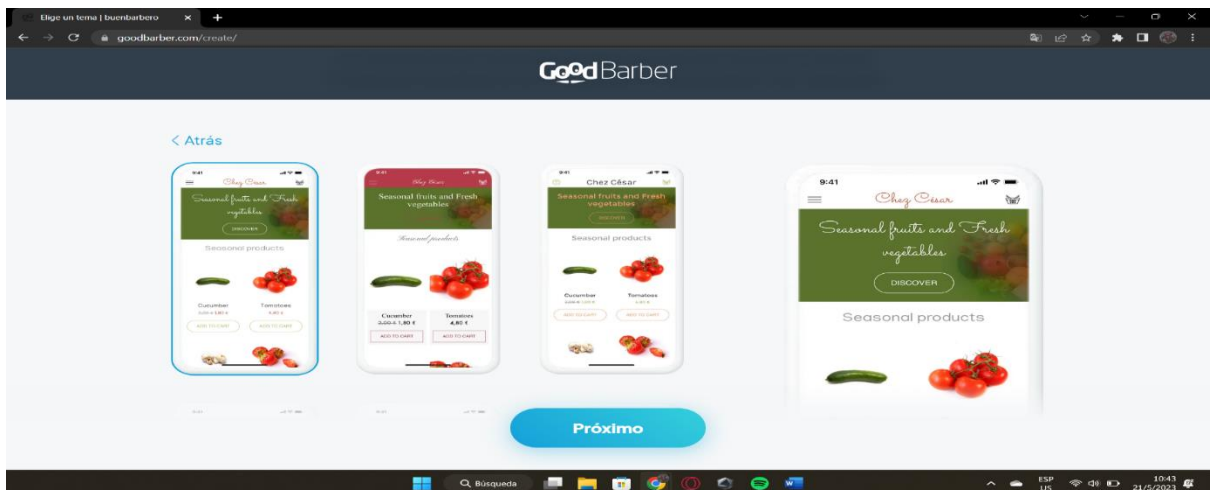


Figura 15: Selección de tema.

Después de seleccionar el tema, el siguiente paso es asignar un nombre a la aplicación. En este caso, se ha elegido el nombre "Museo IOT".

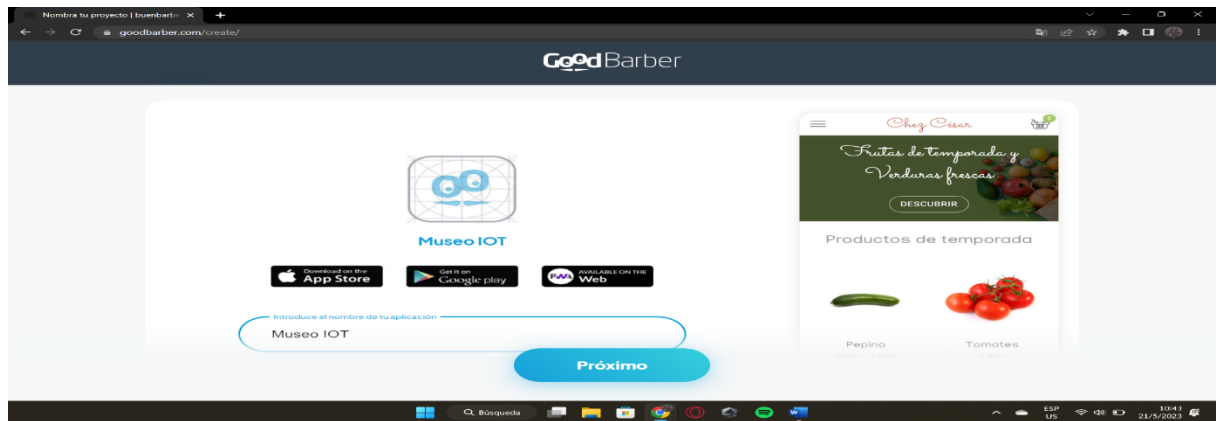


Figura 16: Asignación de nombre de la app.

Personalizar el diseño de tu aplicación mediante la selección de colores, fuentes y estilos que se alineen con tu marca y preferencias.

En esta etapa se realizan las acciones de diseño de la app para el museo interactivo como:

- Agregar las funcionalidades deseadas a tu aplicación, como integración de redes sociales, contenido multimedia, formularios, tienda en línea, etc.
- Configurar las opciones de navegación y organizar la estructura de tu aplicación, como la creación de menús y la disposición de las secciones.
- Añadir y gestionar el contenido de la aplicación, como artículos, imágenes, videos y otros elementos relevantes.

A continuación, procedemos a configurar los dispositivos beacons en la aplicación. Para ello, es necesario acceder a las extensiones y realizar la instalación correspondiente para poder utilizar los beacons con nuestra app.

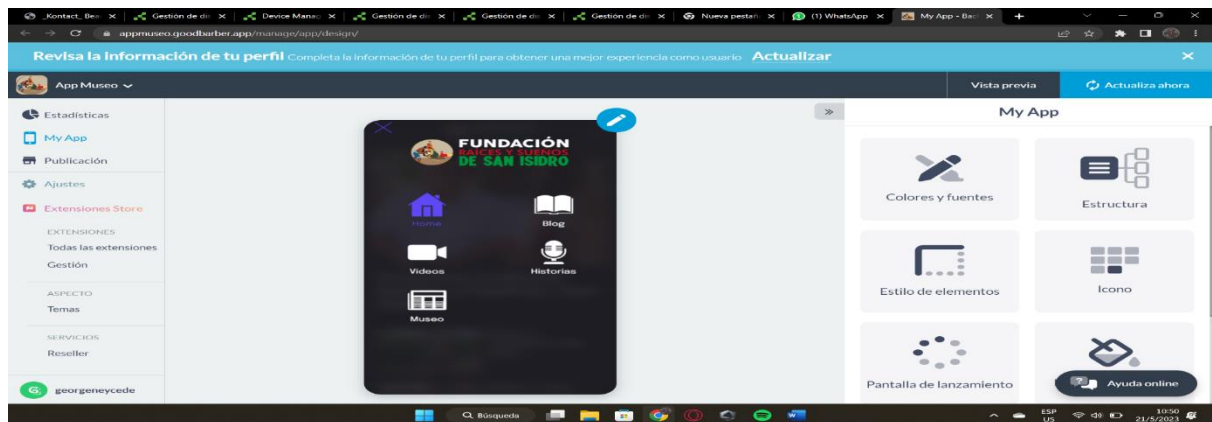


Figura 17: Entorno de trabajo.

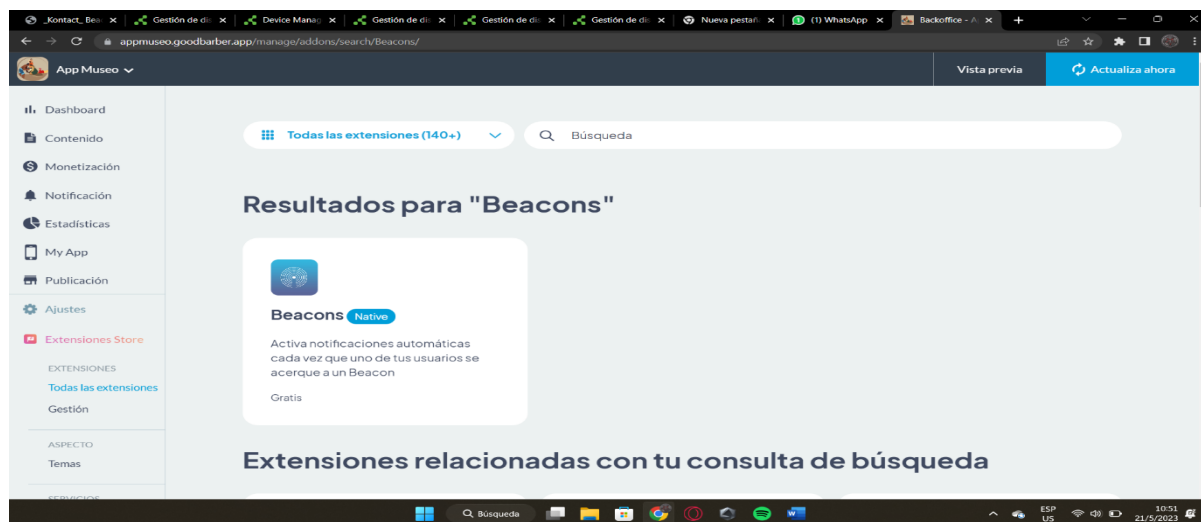


Figura 18: Instalación de la extensión de Beacons.

Una vez instalada la extensión, se dirige a la sección de notificaciones. Allí se crea una notificación basada en beacons e ingresaremos los siguientes datos para la configuración de los beacons:

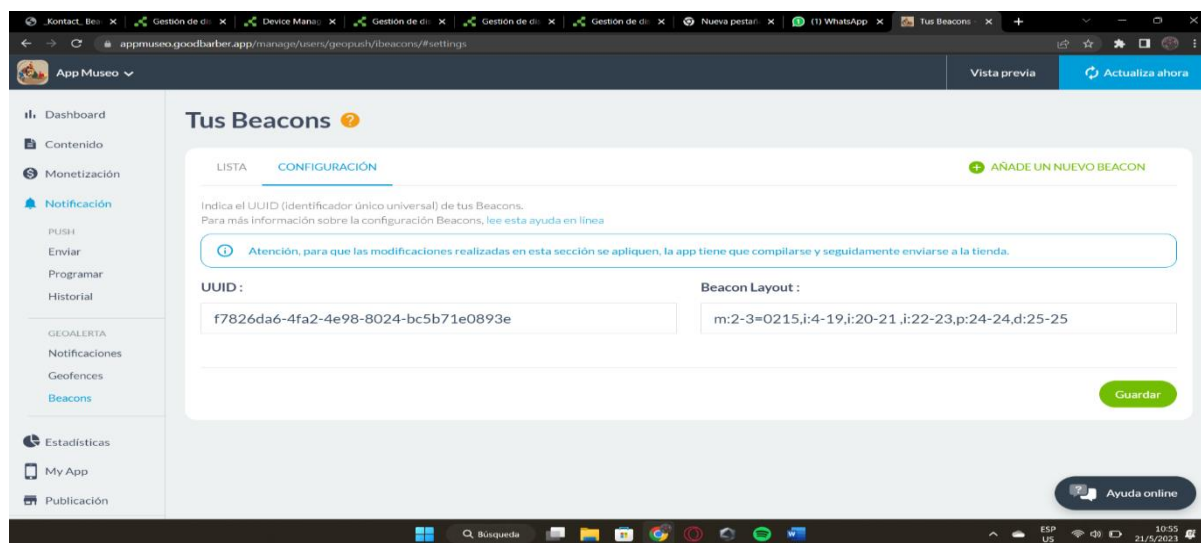


Figura 19: Configuración de notificaciones.

Una vez en la sección de notificaciones, procedemos a agregar los beacons junto con sus respectivas configuraciones.

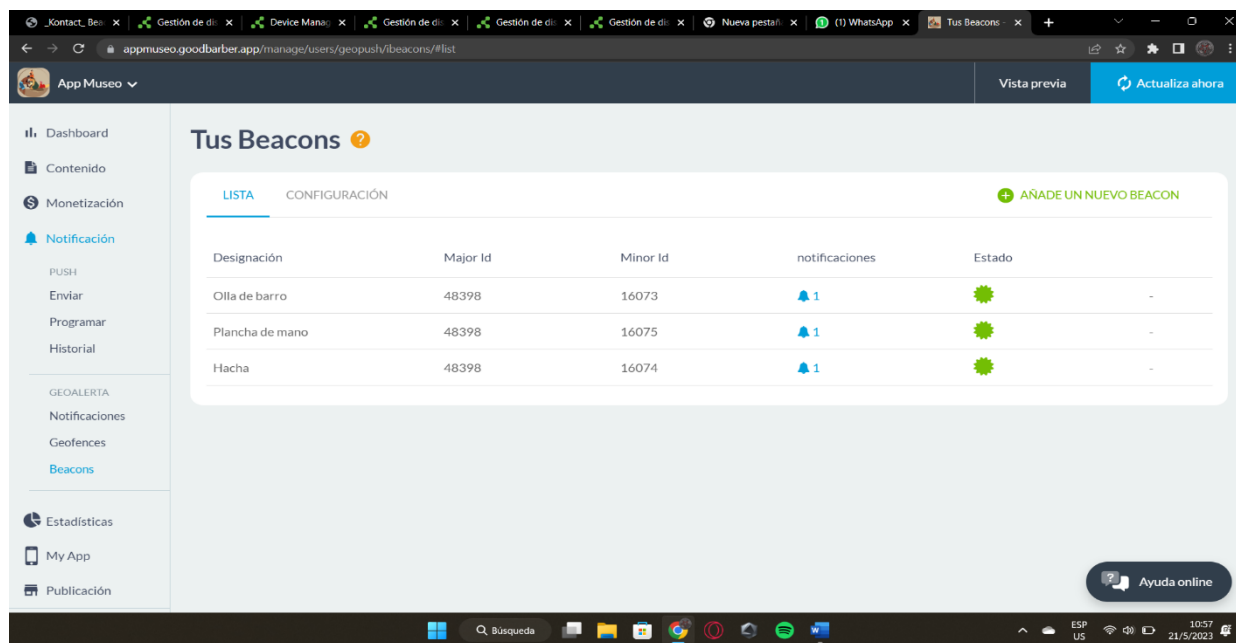


Figura 20: Sincronización de Beacons en la app.

Una vez finalizada la configuración de los beacons, simplemente se procede a cargar el contenido en la aplicación.

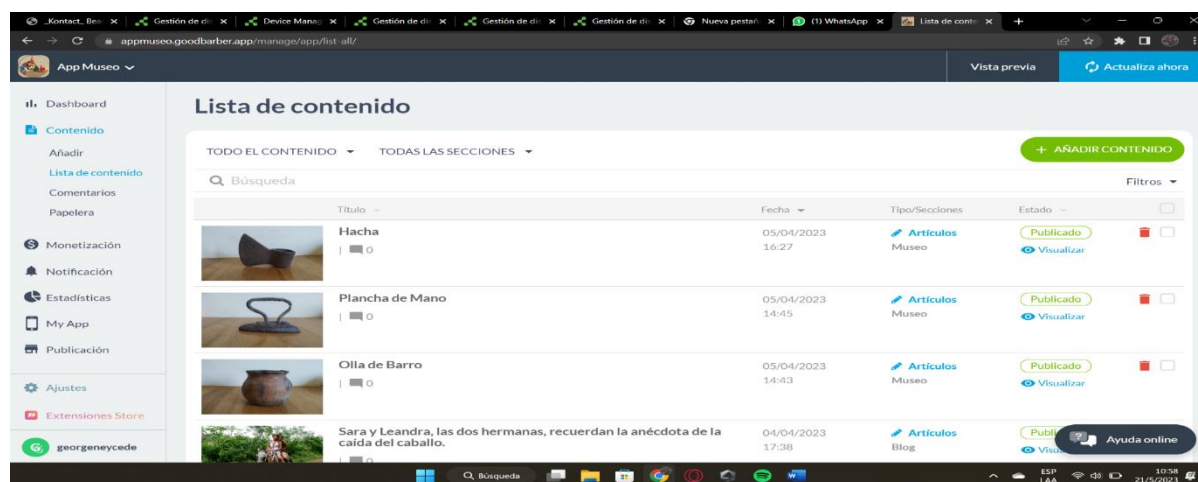


Figura 21: Lista de contenido en la app.

Finalizada la creación de la app es necesario realizar pruebas en tiempo real para verificar el funcionamiento y apariencia de la aplicación en diferentes dispositivos. Terminada la fase de pruebas se procedió a generar la aplicación en archivo apk para dispositivos Android, siguiendo las instrucciones y requisitos proporcionados por GoodBarber. Es importante seguir las instrucciones y recomendaciones específicas de la plataforma GoodBarber durante todo el proceso de creación para obtener los mejores resultados.

Descripción del experimento

En el marco de esta investigación, se empleó una herramienta especializada para llevar a cabo un análisis de datos estadísticos, incluyendo técnicas de estadística descriptiva, análisis de factores y visualización gráfica de los datos. Los datos recopilados fueron cargados en la aplicación utilizada, la cual admite archivos con extensión .xlsx.

TimeFormatted	Minor	TX	RSSI	Distance
24/4/2023 5:18	16073	-84	-84	0.97085
24/4/2023 5:18	10974	-84	-90	1.229721894
24/4/2023 5:18	60742	-84	-94	1.469501419
24/4/2023 5:19	16073	-84	-84	0.97085
24/4/2023 5:19	10974	-84	-91	1.256398225
24/4/2023 5:19	16073	-84	-89	0.97085
24/4/2023 5:19	60742	-84	-94	1.469501419
24/4/2023 5:19	10974	-84	-89	1.229721894
24/4/2023 5:19	16073	-84	-89	1.17894676
24/4/2023 5:19	60742	-84	-88	1.13145375
24/4/2023 5:19	60742	-84	-84	1.045608167
24/4/2023 5:19	16073	-84	-88	1.154801329
24/4/2023 5:19	10974	-84	-92	1.341873023
24/4/2023 5:19	60742	-84	-94	1.13145375
29/4/2023 23:03	60742	-84	-91	1.283965683
29/4/2023 23:03	10974	-84	-84	0.97085
29/4/2023 23:03	16073	-84	-92	1.341873023
29/4/2023 23:03	16073	-84	-91	1.312448894
29/4/2023 23:04	16073	-84	-85	1.006921936
29/4/2023 23:04	10974	-84	-79	0.541349889

Figura 22: Valores de transmisión, recepción y distancia de datos.

Dentro de la investigación se llevaron a cabo experimentos para simular la transmisión y recepción de datos entre dispositivos beacons y dispositivos móviles. El objetivo de estos experimentos fue evaluar la pérdida de datos en la comunicación mediante Bluetooth Low Energy (BLE) y determinar la distancia óptima que proporciona un rendimiento adecuado en la transmisión de datos.

Durante los experimentos, se registraron y analizaron los resultados obtenidos en términos de la pérdida de datos entre los dispositivos conectados mediante BLE. Esto permitió identificar cuál es la distancia que ofrece un rendimiento óptimo en términos de una comunicación confiable y sin pérdida de datos.

La evaluación de la pérdida de datos en función de la distancia fue crucial para comprender cómo se ve afectada la comunicación entre los dispositivos beacons y los dispositivos móviles a medida que aumenta o disminuye la distancia entre ellos (Fonseca & Cornelio, 2022). Esto proporciona información valiosa para

establecer los parámetros de comunicación adecuados y determinar la distancia óptima que garantiza una transmisión de datos eficiente y confiable.

Esta investigación realizó experimentos para evaluar la pérdida de datos en la comunicación entre dispositivos beacons y dispositivos móviles mediante BLE. Se analizaron los resultados obtenidos y se buscó determinar la distancia óptima que ofrece un rendimiento adecuado en la transmisión de datos, contribuyendo así a mejorar la eficiencia y confiabilidad de la comunicación en este contexto.

En esta investigación se llevaron a cabo 39 simulaciones entre los dispositivos durante un período de 4 horas y 4 días. Con el fin de validar estadísticamente los resultados obtenidos, se aplicó el test de normalidad considerando que las muestras eran menores a 30. Para ello, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk con un intervalo de confianza del 95% y un nivel de significancia de 0.05.

Los resultados de las pruebas demostraron que los datos presentaban una distribución normal, lo cual permitió proceder con el análisis de diferencias significativas utilizando la prueba de kruskal wallis. Este análisis se realizó con el objetivo de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre las variables evaluadas en las simulaciones.

Al utilizar el test de diferencias significativas de kruskal wallis, se examinaron las relaciones entre las variables y se evaluó si había una influencia significativa de los factores en estudio. Este análisis contribuyó a obtener conclusiones más sólidas y respaldadas por evidencia estadística en relación a los resultados de la investigación.

Se realizaron simulaciones durante un período específico y se aplicaron pruebas estadísticas para validar los resultados obtenidos. La comprobación de la normalidad en la distribución de los datos permitió utilizar el test de diferencias significativas de kruskal wallis, lo que contribuyó a obtener conclusiones respaldadas por evidencia estadística y proporcionar una mayor confiabilidad a los hallazgos de la investigación.

Conclusiones

Una vez establecidos los métodos y herramientas para la interacción de los visitantes en el museo y definidos los lineamientos aplicables se determina como desarrollar la propuesta de solución IoT para la interacción con los visitantes del museo de la FRySSI.

En conclusión, con la implementación de un sistema IoT, se puede concluir que esta ayuda de manera significativa a los administradores a brindar un recorrido más interactivo haciendo que sus visitantes sientan la necesidad de querer conocer más sobre las piezas del museo de la FRySSI y sobre todo la juventud que es más investigativa al momento de hacer uso de una app.

Referencias

- Alcívar, K. I. V., & Cornelio, O. M. (2022). Estado del arte de un sistema IoT, para la interacción con los visitantes de museos. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 15(3), 124-138.
- Cornelio, O. M., & González, J. G. (2018). Modelo para la evaluación de habilidades en ingeniería automática. *3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(1), 21-32.
- Cornelio, O. M., González, J. G., & Ching, I. S. (2021). Método multicriterio para la evaluación de habilidades en un Sistema de Laboratorios a Distancia. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(1), 237-251. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8590400.pdf>

- Fonseca, B. B., & Cornelio, O. M. (2022). Sistemas de recomendación para la Gestión de Proyectos. Análisis Bibliométrico. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 15(5), 70-84.
- Frommel Araújo, F. (2022). Aprendizaje profundo por refuerzo aplicado al control de acceso en redes IEEE 802.11. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/32599>
- Juárez, F. A. B. (2019). Cybersecurity in an Industrial Internet of Things Environment (IIoT) challenges for standards systems and evaluation models. 2019 8th International Conference On Software Process Improvement (CIMPS),
- Mar Cornelio, O., Gulín González, J., & Santana Ching, I. (2021). Sistema de Laboratorios Remoto para las prácticas de control de la carrera de Ingeniería en Automática. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(2), 77-95.
- Mar, O., & Gulín, J. (2018). Model for the evaluation of professional skills in a remote laboratory system. *Revista Científica*, 3(33), 332-343.
- Mazon-Olivo, B., & Pan, A. (2022). Internet de las Cosas: Estado del Arte, Paradigmas Computacionales y Arquitecturas de Referencia. *IEEE Latin America Transactions*, 20(1), 49-63. <http://latamt.ieee9.org/index.php/transactions/article/view/5037>
- Plascencia Gaspar, L., Ramos Lara, M. d. I. P., & Lozano Mejía, J. M. (2011). La formación profesional del físico en la UNAM: Trayectoria de sus planes de estudios. *Perfiles educativos*, 33(131), 155-175. <https://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v33n131/v33n131a10.pdf>
- Restrepo Muñoz, V. P. (2009). *Aplicación y comparación de la metodología de diseño Top Down y Bottom Up* Universidad EAFIT]. https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8830/VeronicaPauline_RestrepoMu%C3%B1oz_2010_Anexos.pdf?sequence=2
- Ulloa-Vásquez, F., Carrizo, D., & García-Santander, L. (2021). Alternativas de comunicación para redes de sensores AMI en Internet de las cosas para escenario energético en ciudades inteligentes. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29(1), 158-167. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052021000100158&script=sci_arttext&tlng=en