



Asistentes digitales en la experiencia del patrimonio cultural: Beacons en el Museo Naval de Madrid

Digital assistants in the experience of cultural heritage: Beacons in the Naval Museum of Madrid

Autores

✉ **María Jesús Rosado-García*

✉ *Ramón Argüelles Bustillo*

Departamento de Ingeniería y Gestión
Forestal y Ambiental, Universidad
Politécnica de Madrid, Madrid, España.

*Autor para correspondencia

Comó citar el artículo:

Rosado García, M.J., Argüelles Bustillo, R. (2024).. Asistentes digitales en la experiencia del patrimonio cultural: Beacons en el Museo Naval de Madrid. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones*, 8(1), 27–35. DOI: <https://doi.org/10.33936/isrtic.v8i1.6333>

Enviado: 10/01/2024

Aceptado: 06/03/2024

Publicado: 08/03/2024

Resumen

La llegada de la informática móvil y las nuevas tecnologías permiten explorar su potencial para lograr interacciones naturales e inteligentes entre los usuarios y su entorno, así mismo, inteligente. En este trabajo, se examina y desarrolla un sistema de balizas Bluetooth de bajo consumo o “beacons”, para el posicionamiento en interiores, y particularmente para la gestión de las visitas al patrimonio cultural; con el estudio de caso del Museo Naval de Madrid. Su uso como asistente digital, permite ofrecer información relevante al usuario sobre su entorno cuando sea necesario. La App desarrollada “vCoolture” es un sistema de guía móvil para visitantes de museos que utiliza el teléfono inteligente que porta el usuario y se apoya en los “beacons” situados en el museo para facilitar la comunicación y por tanto la proactividad de los participantes. Así mismo se tiene la intención de que el sistema sea una herramienta pedagógica que, por ejemplo, ayude a los estudiantes poniendo a disposición cierta información para su uso docente por parte del profesorado. Se ha puesto de manifiesto cómo el desarrollo de este tipo de plataformas interactivas, facilitan al visitante una mejor experiencia y poder disfrutar, a través de dispositivos móviles, de cualquier contenido audio-visual en las visitas a museos y otros centros culturales, al mismo tiempo que ofrece una completísima retroalimentación para el propio museo.

Palabras clave: Beacons; Patrimonio cultural; Museo interactivo; Localización en interiores; Teléfono

Abstract

The development of mobile computing and new technologies allows us to explore their potential to achieve natural and intelligent interactions between users and their environment, as well as intelligent. This paper examines and develops a system of Bluetooth low-energy beacons for indoor positioning, particularly for the management of visits to cultural heritage, with the case study of the Naval Museum in Madrid. Its use as a digital assistant makes it possible to offer relevant information to the user about their surroundings when necessary. The developed App “vCoolture” is a mobile guide system for museum visitors that uses the smartphone carried by the user and relies on the “beacons” located in the museum to facilitate communication and therefore the proactivity of the participants. The system is also intended to be a pedagogical tool that, for example, helps students by making certain information available for teaching used by teachers. It has become clear how the development of this type of interactive platform facilitates a better visitor experience and the ability to enjoy, through mobile devices, any audio-visual content during visits to museums and other cultural centers, while at the same time offering very complete feedback for the museum itself.

Keywords: Beacons; Cultural heritage; Interactive gallery; Indoor localization; Smartphone.



1. Introducción

Este estudio se basa en el proyecto desarrollado por los autores en el Museo Naval de Madrid, y la utilización de beacons o balizas para la gestión de la visita del usuario. Dichos elementos son dispositivos que emiten periódicamente una señal bluetooth de baja energía (LE), que les garantiza una gran autonomía cuando funcionan con batería, normalmente una pila de botón, y les permite estar funcionando hasta dos años (Aftab, 2017).

La tecnología beacon fue desarrollada inicialmente por Apple bajo la denominación de “ibeacon” (Cavallini, n.d.), posteriormente Google desarrolló la tecnología para Android llamada “Eddystone” (google developers, n.d.), pudiéndose utilizar en la geo-posición en lugares, como en el interior de edificios, donde la señal GPS tiene dificultades (Campana et al., 2018).

El sistema global de navegación (GNSS) es un sistema de posicionamiento por satélite. Sin embargo, cuando la señal está apantallada por el hormigón armado o el metal, es difícil que se reciba en interiores, por lo que la localización se basa en la tecnología de bluetooth de baja energía (BLE), para la navegación peatonal (Namie & Suzuki, 2021). La capacidad de localizar un objeto o una persona dentro de un edificio puede tener múltiples aplicaciones, por lo que han surgido estudios entorno a los sistemas de localización a nivel de habitación basado en balizas bluetooth de baja energía, desplegadas en posiciones fijas y una persona que porta un escáner BLE con capacidad de leer los identificadores que emiten tales balizas BLE cuando llega la señal de éstas (Pedro J. García-Paterna & Sánchez-Aarnoutse, 2021).

Existen antecedentes en los últimos años de utilización de nuevas tecnologías en espacios culturales, entorno a la muestra y narrativa de sus objetos, que aumente el valor añadido percibido por sus usuarios. El uso de video-guías en el Museo Civici en Roma es ejemplo de innovación tecnológica para la mejora de la experiencia de patrimonio cultural turístico, con la ayuda a la visita del museo por los usuarios. Con un sistema de localización en interiores, basado en la tecnología beacon, se sugiere automáticamente a los visitantes contenidos asociados a obras de arte cercanas (Magnelli et al., 2020).

El Museo Arqueológico de Saitohara en Japón, ha creado una aplicación para teléfonos inteligentes que proporciona navegación en el museo, información sobre exhibiciones, etc. Dicha solución consiste en una baliza de baja energía y un software que detecta la posición (Embarcadero, n.d.). La implementación de sistemas capaces de localizar a las personas en el interior, con el fin de proporcionar servicios de asistencia, resulta especialmente importante para el arte.

Permite proporcionar información sobre exposiciones, galerías de arte y museos, y, facilitar el acceso al patrimonio cultural de la sociedad, particularmente a personas con alguna discapacidad. Los beacons permiten obtener una información de posición relacionada con puntos de referencia predeterminados, y localizar a una persona o un objeto de interés. La posición obtenida tiene un error que depende de las interferencias presentes en la zona.

La interacción de las balizas con el cuerpo humano, una reciente tecnología inalámbrica que aprovecha el cuerpo humano como canal de transmisión, permite aumentar la precisión de la localización. La idea básica es explotar la localización derivada de las balizas para iniciar la búsqueda de una señal eléctrica transmitida por el cuerpo humano y distinguir la posición en función de la información contenida en la señal. La señal se transmite por capacitancia al cuerpo humano y se revela mediante un circuito resonante especial adaptado a la entrada del micrófono del dispositivo móvil (Gervasi et al., 2019).

Estudios realizados en la Galería Ping Yuan y Kinmay W Tang de Hong Kong, han permitido demostrar la importancia de la interacción baliza-smartphone para la participación de los usuarios en las galerías. Los sistemas interactivos existentes como el código QR, tienen un bajo nivel de compromiso por parte de los usuarios debido a su pasividad. Para abordar estos problemas, la infraestructura de balizas bluetooth low energía (BLE) para notificar, y un teléfono inteligente para interactuar, permite transformar un sistema interactivo pasivo en uno activo, y medir la calidad de la experiencia de los usuarios mediante una evaluación tipo Likert (Ng et al., 2017). El objetivo que queda demostrado en este trabajo es que el software definido es de aplicación en el patrimonio cultural frente a otros sistemas pasivos como los audioguías o sistema QR más extendidos actualmente.

Cabe destacar el caso del Museo Hecht, un pequeño museo situado en la Universidad de Haifa que cuenta con colecciones arqueológicas y de arte, como ejemplo de cómo la tecnología actual ofrece una variedad de formas para la entrega de información del contexto a los usuarios móviles en el patrimonio cultural. Un aspecto de difícil aproximación, es determinar qué le interesa al usuario. La posición del usuario es la mejor pista disponible, pero si se puede saber qué está mirando y cuál es su perfil de mirada se pueden acotar los posibles objetos de interés. Para ello se integra la técnica basada en la coincidencia de imágenes para el posicionamiento en interiores y una técnica de detección de la mirada para identificar el foco de atención del usuario mediante una audio-guía móvil (Mokatren et al., 2018).

La constatación del escaso empleo de estos dispositivos

para la gestión del patrimonio cultural, particularmente en España, conllevó el desarrollo del proyecto vCoolture, cuya idea de base se fundamenta en la utilización de beacons en museos para poder localizar al visitante dentro de éste. Los resultados de dicho proyecto se describen en el presente estudio. Metodológicamente se han de colocar dichos beacons en las salas del museo e incluso junto a obras relevantes. Seguidamente, por medio de una App (Aplicación para dispositivos móvil) desarrollada específicamente por los autores, el visitante puede conocer su ubicación o ver las obras de la sala en dicha App a modo de audio-guía, pero de una forma dinámica sin necesidad de interacción como ocurre con las herramientas convencionales.

La App incorpora una funcionalidad que indica el tiempo que ha permanecido el visitante en cada una de las salas y dentro de éstas, cuanto tiempo ha dedicado a cada una de las obras. Lo anterior es determinante para la gestión por parte del museo, ya que le indica la preferencia e interés del público.

Con la intención de que el sistema sea una herramienta pedagógica que por ejemplo ayude a los estudiantes, al final de la visita se les presenta un cuestionario relacionado con lo que han visto para determinar el aprovechamiento de la visita. Esa información está disponible para su uso docente por parte del profesorado. Lo anterior amplía lo iniciado por otros trabajos (He et al., 2015) por ejemplo al avanzar en los criterios para juzgar los intereses y las demandas potenciales y preferencias de los visitantes.

De igual manera, esta aplicación incorpora nuevas funcionalidades, enfocados a la mejora del aspecto comercial y la comunicación de las instituciones con los usuarios. En cada obra existe la posibilidad, por ejemplo, de tener la información en tiempo real de los productos relacionados que están disponibles para su compra en la tienda del museo.

Actualmente, se anuncia la quinta revolución industrial (European Commission, 2021) que tiene en cuenta principalmente la sostenibilidad ambiental y social, frente a la prioridad de los aspectos económicos-tecnológicos de la industria 4.0., lo que conlleva nuevos desafíos en todas las campos. Se ha de fomentar la aproximación al conocimiento y la cultura, favorecer la comunicación entre entornos y transversalidad entre disciplinas (Rosado-García et al., 2021). Resulta imperativo interpretar y aprovechar las relaciones entre la tecnología, el arte y la ciencia en su proyección a la sociedad (Rosado-García & García-García, 2022).

Particularmente este estudio fomenta la aplicación de nuevas tecnologías a la cultura, en este caso se toma como ejemplo el Museo Naval de Madrid, lo que ha permitido demostrar que el beacon es una tecnología muy útil en la gestión de los espacios culturales y favorece el acercamiento del visitante y su experiencia.

El presente artículo se articula en torno a tres apartados. En la sección "Materiales y Métodos" se desarrolla la metodología de trabajo que puede resumirse en dos tareas diferenciadas, la selección en una primera etapa del dispositivo beacon y el

desarrollo de la aplicación móvil. Los apartados "Resultados y Discusión" y "Conclusiones" presentan la aplicación al caso de estudio y el procedimiento de implementación, así como el resumen de lo desarrollado y los puntos a resaltar.

2. Materiales y Métodos

Primeramente, se ha de seleccionar el modelo de beacon que se encuentre disponible en el mercado, fase de suma importancia ya que cada dispositivo según su casa comercial permite compatibilidad con un sistema (Android) u otro (iOS: sistema operativo móvil de código cerrado desarrollado por Apple Inc.), o ambos. Por ello se adquieren varios modelos para realizar distintas pruebas en ellos. Seguidamente, se ha de estudiar el funcionamiento de los dispositivos, que se han de ajustar y programar según el software facilitado por el fabricante. Se ha de programar en cada beacon la potencia de transmisión que condiciona la vida útil de la batería y la precisión de la señal. Así mismo, el beacon que emite 3 códigos continuamente, han de ser programados. Uno denominado *Universally Unique IDentifier* (UUID) (Leach et al., 2005), es un identificador para un grupo de beacons, en el caso de estudio se utiliza para identificar el museo. Los otros dos, *Major* y *Minor* (Aftab, 2017), que son unos valores enteros, sirven para indicar la sala y la obra respectivamente. Estos datos se están emitiendo continuamente con una periodicidad definida por el usuario, normalmente unas diez veces por segundo, aunque si se baja dicha frecuencia la batería puede durar más tiempo, característica que vendrá especificada por el fabricante.

Para conocer la ubicación de un beacon, además de los valores anteriores, se ha de medir la potencia con la que llega la señal, y a partir de cómo ha caído la potencia, se puede conocer la distancia a la que se está de un dispositivo. La potencia de transmisión TX también se puede programar y se ha de hacer elemento a elemento, para lograr un ajuste adecuado. Es decir, el proceso ha de ser minucioso, con el ajuste pormenorizado de cada beacon dependiendo de la ubicación de cada uno de ellos en la sala para que garantizar unas mediciones correctas de distancias. Normalmente se coloca el beacon a un metro de distancia y se mide la potencia de la señal para realizar los ajustes. Dicha distancia a veces resulta difícil de medir pues se ve afectada significativamente por obstáculos, personas u otras señales que pueden interferir con esta.

Seguidamente se han de desarrollar el software y las aplicaciones necesarias. La aplicación de BackOffice es la que permite definir tanto la geometría de los museos, como las obras que hay en él. Toda la información se guarda en una base de datos, que puede estar en la nube, o si el museo lo desea, proporcionar éste un servidor con un motor de base de datos que él deseé. En caso de optar por el primer caso, el motor de la base de datos es MySQL. Se ha desarrollado la aplicación móvil ya que la aplicación de Backoffice no cabe su descripción en este artículo, no es el objetivo del artículo. La aplicación *Backoffice* es la que alimenta la base de datos con la información de las obras del museo tanto de texto, imágenes y audios. No cabe mayor descripción en este artículo ya que no es el objetivo de la investigación.



La aplicación permite definir tantos museos como se desee. Todos los beacons de un museo tienen el mismo identificador UUID y sólo varían los códigos *Minor* y *Major*.

3. Resultados y Discusión

El proyecto se inicia en 2017, al conocer la intención del Museo Arqueológico de Saitohara en Japón de desarrollar una tecnología que mejorara la gestión de sus visitas. Los autores tuvimos conocimiento de que en el museo de Japón querían cambiar el audio guías por otro sistema, pero no especificaban cual, lo que nos hizo plantearnos un sistema de posicionamiento en interiores como la mejor opción y se optó por el sistema beacon que estaba en ese momento comenzando. Lo cual conllevó un extenso trabajo de investigación en torno a esta nueva tecnología desconocida entonces.

En ese momento los autores del presente estudio, adquieren distintos tipos de beacons, solamente disponibles entonces en EEUU, tanto para Android como para iOS y se comienza el periodo de pruebas. Los resultados fueron

esperanzadores por lo que el siguiente paso fue desarrollar dos aplicaciones, una de *BackOffice* para definir el museo, sus salas y las obras de cada una de ellas un identificador y procesar las estadísticas recogidas de los visitantes. Una segunda App desarrollada, funciona tanto en Android como en iOS, siendo la que debe portar el visitante.

Se ha de llevar a cabo, una parte física de trabajo con los beacon en relación a la colocación y organización del museo. Indicar que resulta necesario tantear la posición relativa entre ellos para una correcta localización del visitante. Es decir, utilizando las posiciones de cada beacon y su distancia a ellos, se triangula la posición. Por otra lado en lo que se refiere al software, tanto el código de la aplicación de "*BackOffice*" como las Apps (Android e iOS) se han desarrollado en Delphi (Cantù, 2001).

En primer lugar, por tanto, se definen los edificios que componen el museo, a continuación, los niveles (plantas) de cada uno de los edificios, y finalmente las salas (su geometría) de cada planta. Dentro de cada sala se definen tanto las obras, que pueden ser obras sueltas como agrupadas, como por ejemplo una vitrina con distintos objetos. El nivel de detalle lo define el usuario. Dentro de cada obra se pueden incluir textos en diferentes idiomas,

Figura 1. Base de datos de imágenes Aplicación de BackOffice, pantalla con los datos generales.

Fuente: Los autores.

imágenes, audios y vídeos. Además, se pueden dibujar dentro de las salas otro tipo de objetos como bancos, mostradores, alfombras e incluso añadir elementos publicitarios que puedan estar patrocinados.

Lo anterior se corresponde con la aplicación "BackOffice", de escritorio u ordenador que gestiona el propio museo, en la que se personaliza el museo, sus datos como horarios o por ejemplo los idiomas que el usuario tendrá a su disposición en la App (Figura 1). Se estudia como caso el Museo Naval de Madrid, espacio para la investigación, conservación y difusión de la historia marítima española. Su oferta cultural está destinada a todos los públicos y diseñada para conocer y disfrutar la dimensión marítima de España.

Así mismo, el software permite personalizar la App según si el museo cuenta con tienda, si se precisa una encuesta al final y se seleccionan las obras más representativas del museo; de forma particular, se han de definir las obras que contiene el museo, según una lista donde se pueden consultar todas las obras definidas (Figura 2), con su localización según las salas en

las que se ubican y se permite editar o añadir una obra nueva o reflejar sus cambios.

Se ha de definir la importancia de cada obra, lo que facilita su gestión para que, si se estima oportuno, ocultándola o mostrándola en la sala según el filtro de importancia seleccionado por el usuario. Es posible definir preguntas sobre la obra que posteriormente aparecerán en el cuestionario y se tiene posibilidad de editar la imagen, mover y escalar, manteniendo constante la relación largo/ancho; lo anterior hace que se puedan definir puntos en la imagen con información adicional sobre ese detalle de la obra.

A continuación, se definen los edificios que componen el museo, y en cada uno de ellos, las plantas, para continuar con la definición de las salas, así como su contorno real (Figura 3), con sus medidas reales, las puertas con su ubicación para posteriormente conectar estas con la de las salas vecinas. Este punto es importante ya que la aplicación permite generar itinerarios según el tiempo disponible, así como indicar el camino para llegar a una obra. También en este módulo es donde se han de insertar las obras

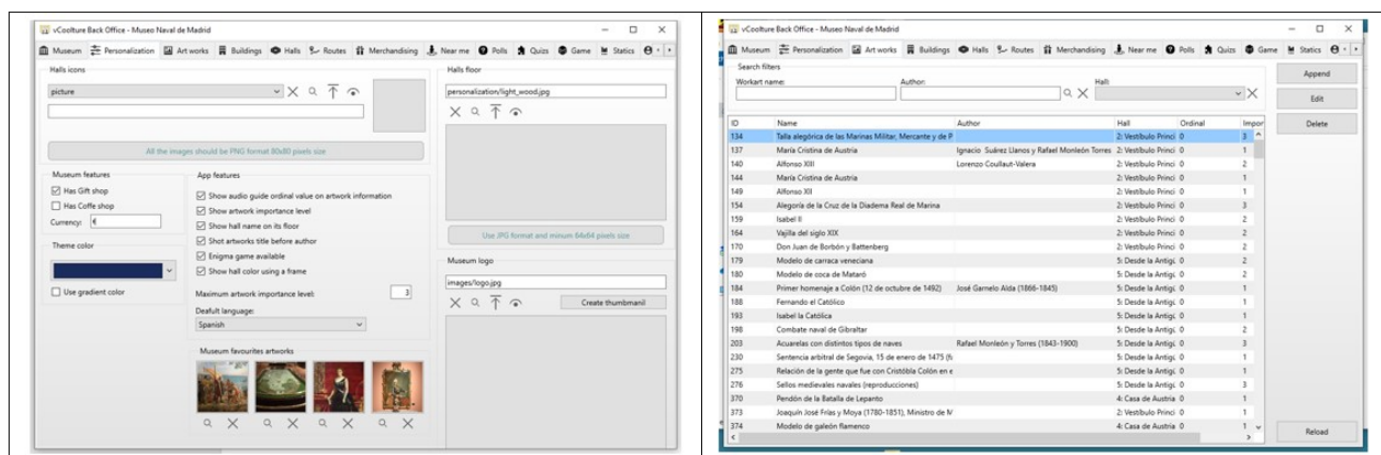


Figura 2. Aplicación de BackOffice. (a) Pantalla para definir que debe mostrar o no la App. (b) Definición de las obras de arte.
Fuente: Los autores.

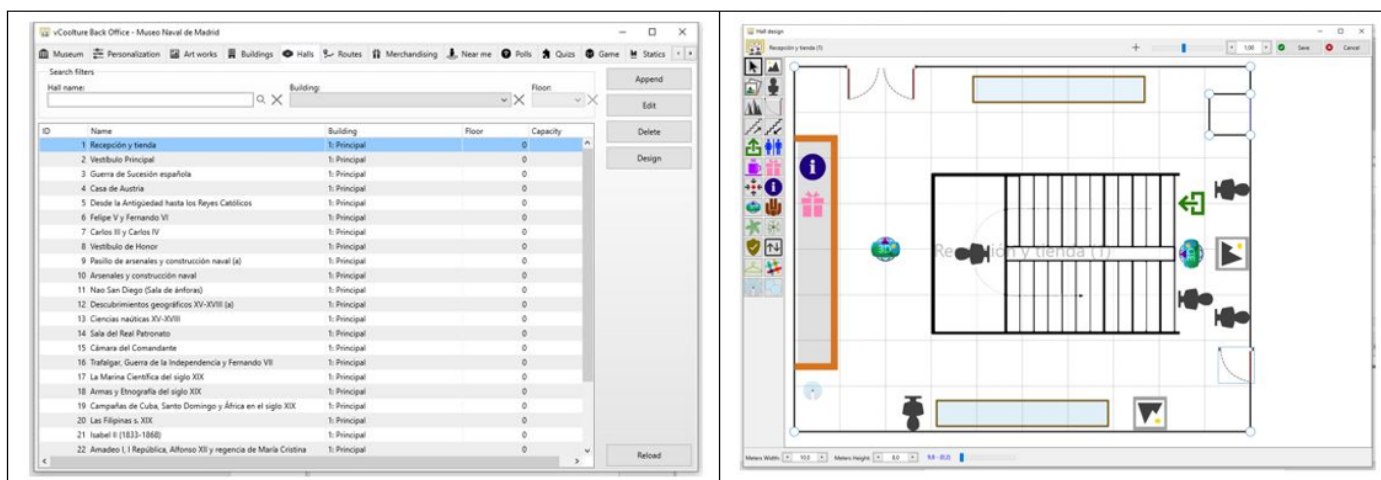


Figura 3. Aplicación de BackOffice. (a) Pantalla de definición. (b) Diseño de las salas.

Fuente: Los autores.



definidas en la “pantalla de definición de las obras de arte”. Así mismo, es posible indicar la ubicación de los beacons dentro de la sala, para que la App la localice, se pueden situar los puntos de información, aseos, mobiliario, etc.; lo que facilita enormemente al usuario el acceso al museo y su exposición, ya que si, por ejemplo, se está fuera de la sala, en otro punto del museo, se puede buscar la ruta que te lleve al servicio ofrecido por el museo que busca el visitante.

Con el objetivo recurrente de facilitar la experiencia del usuario en los espacios culturales, la aplicación pone a disposición la generación de rutas (Figura 4) con los itinerarios que el museo aconseja a los visitantes por prioridad de obras, según temática y tipo de público y/o tiempo del que se disponga. Entre las funcionalidades de la aplicación, cabe destacar lo importante de ciertos módulos en la gestión de las colecciones por parte de los museos. Se posibilita realizar estadísticas (Figura 4), al disponer de información global o referente a cada sala, de número de visitantes, tiempo medio de visita, tiempo en una obra concreta si ésta contiene asociado un beacon, y, se tiene la posibilidad de exportar toda esta información a una hoja Excel para poder tratar la información.

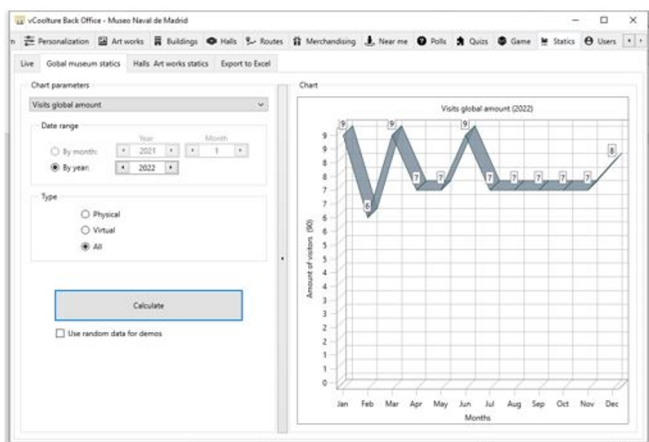


Figura 4. Aplicación de BackOffice. (a) Pantalla de diseño de rutas. Se define el tiempo de la visita y se van añadiendo las obras.

Fuente: Los autores.

En relación a la segunda aplicación, a ejecutar en un dispositivo móvil, teléfono o tableta, vCoolture (Figura 5) es asistente digital desarrollado por los autores para visitar museos. Es una App que pretende sustituir por completo las audioguías actualmente ya obsoletas. Mejora sustancialmente la experiencia del usuario al visitar museos, exposiciones o cualquier otro entorno cultural, ofreciendo muchos más servicios que los que ofrece la audioguía tradicional. Incluye: navegación 3D, audio de voz, videos, texto, texto a voz, encuestas, enlaces a cualquier URL y búsqueda y

guía a cualquier obra de arte.

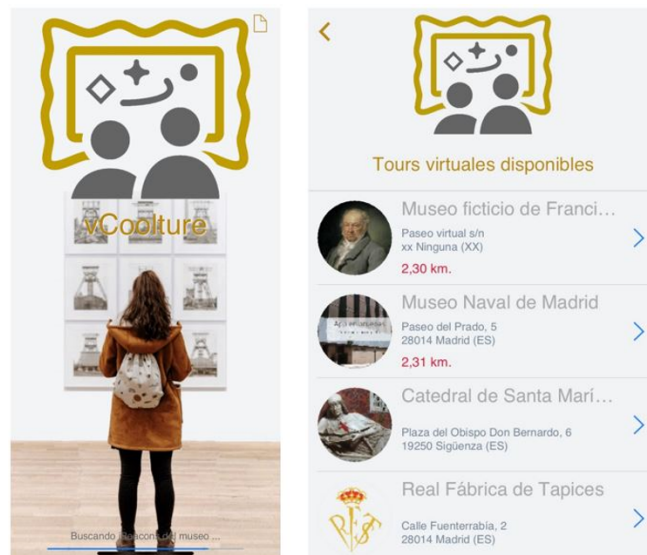


Figura 5. Pantalla de inicio de la App desarrollada “vCoolture”.
Fuente: Los autores.

La aplicación tiene dos modos de funcionamiento: desatendido y modo búsqueda. El modo desatendido se mantiene en espera a que la aplicación reconozca al usuario en cualquier sala del

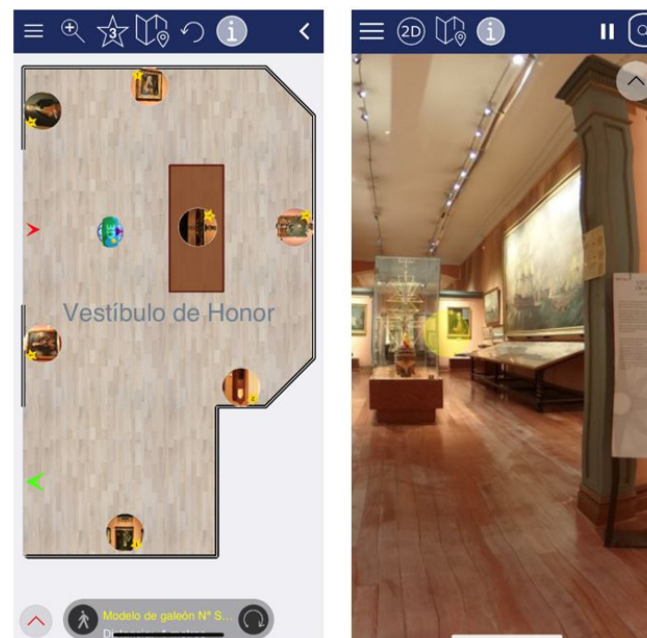


Figura 6. Pantalla de sala con distintas funcionalidades de la App desarrollada “vCoolture”.

Fuente: Los autores.

museo gracias a su tecnología iBeacons. Una vez localizado, vCoolture mostrará todas sus obras de arte. En caso de que la obra de arte tenga un beacon asignado, una vez que se acerque, la aplicación mostrará automáticamente toda la información. Sin embargo, si no es el caso, simplemente se ha de tocar el icono de la obra de arte.

Con la opción de menú Recorridos, como se hace referencia anteriormente en la aplicación de "BackOffice", se podrá seleccionar cualquier ruta predefinida, pudiendo reducir la visita a las obras que desee; se tiene posibilidad de buscar una obra de arte específica y la aplicación guiará al visitante de forma sencilla, estando disponible, en la parte inferior de la pantalla, toda la información de la misma. El icono del peatón muestra todas las salas que se deben cruzar hasta el destino y la flecha azul, por ejemplo, indica la puerta que se tiene que seguir para llegar a la obra de arte. Con esta simple información es muy fácil posicionarse en la sala, ya que así mismo se posibilita una animación en 3D de la propia sala (Figura 6).

Cabe apuntar que hoy convivimos con la cuarta revolución industrial (Schwab, 2016), que se basa principalmente en la utilización e implementación de sistemas *ciberfísicos* (Csalodi et al., 2021). La difusión del uso de internet, la digitalización, pero especialmente la *sensorización* y el internet de las cosas (IoT) están brindando nuevas oportunidades, principalmente en el ámbito de la optimización de procesos, mediante su combinación con la Inteligencia Artificial (IA) y el aprendizaje profundo y continuo para la mejora en la gestión de los datos generados. También en el campo de la comunicación y en la educación, sobre la que conviene poner el foco y a la que ha de ayudar la tecnología. Cabe apuntar que se ha de abogar por una nueva educación, ya que es un hecho que las personas, lejos de lo que se demanda actualmente, están superando la prueba de un mundo nuevo con la educación (antigua) que recibieron. Es un hecho por tanto que la tecnología digital conlleva la reorganización del campo educativo (Bonami, Beatrice. Piazentini, Luiz. Dala-Possa, 2020).

A lo anterior contribuye nuevas propuestas como el presente trabajo, que ha expuesto el proyecto desarrollado por los autores entorno a la mejora de la gestión de los espacios culturales gracias a la tecnología. Se consideran obligadas las colaboraciones entre arte, ciencia y tecnología fomentando entornos en los que puedan coexistir diferentes disciplinas, dado el paradigma relacional actual de la sociedad (Laiglesia et al., 2010). Cabe incidir en que el arte, la ciencia y la tecnología son inseparables y no pueden considerarse campos aislados de la actividad humana, esta transversalidad también es exigida por la sociedad (Robson, 1965).

Por lo anterior, es claro que todo va a ser mucho más *interrelacional*, quedando patente la necesidad de investigaciones que propicien el desarrollo tecnológico en su ayuda a campos como el arte o la educación, que faciliten la comunicación entre actores y la transmisión del conocimiento.

4. Conclusiones

En este trabajo se aboga especialmente por descubrir todas las posibilidades que ofrece acercar la cultura a la sociedad, y a la que ayuda en este caso la tecnología. En esta investigación se sentaron las bases de un sistema de posicionamiento sencillo y de bajo coste basado en Bluetooth Low Energy para la gestión de los espacios culturales. Se ha descrito cómo los beacons se pueden utilizar para geoposicionarse en lugares donde no llega la señal GPS, como en el interior de edificios. Se trata de unas pequeñas balizas que emiten una señal Bluetooth de forma continua que es identificada por la App instalada en un teléfono móvil y le permite saber la posición del visitante y situarlo en una sala o ante una obra de arte en concreto. El sistema puede mejorarse optimizando el número de balizas necesarias para cubrir zonas interiores y mejorar su precisión adoptando métodos de triangulación.

La tecnología actual ofrece diversas formas de suministrar información contextualizada a los usuarios móviles y lo que es más difícil, determinar qué le interesa al usuario; para lo que se ha de poder tener información de su posición. Es por tanto necesario explotar el potencial de la tecnología en relación a la informática móvil, que permita interacciones naturales e inteligentes entre los usuarios y su entorno inteligente, en particular de los espacios culturales.

La App llamada "vCoolture" desarrollada por los autores, a priori no contiene datos de los museos, pues es realmente una plataforma para que cualquier museo pueda adherirse. Toda la información está centralizada y se obtiene de Internet o una nube privada cuando se inicia la App. Se recomienda la existencia de un servicio WIFI ofrecido por el museo, aunque no resulta imprescindible. Es una guía interactiva desarrollada para principalmente facilitar la visita de los usuarios a los museos, ofreciendo toda la información al respecto, proponiendo recorridos según contenido o necesidades y seleccionando las piezas según lo requerido por el visitante.

Se ha puesto de manifiesto cómo el desarrollo de este tipo de plataformas interactivas, facilitan al visitante una mejor experiencia y poder disfrutar, a través de dispositivos móviles, de cualquier contenido audio-visual en las visitas a museos y otros centros culturales, al mismo tiempo que ofrece una completísima retroalimentación para el propio museo.

Sus características permiten su aplicación en museos y ofrecen a los visitantes la posibilidad de interactuar con la colección de una exposición en tiempo real. En esta investigación, se abordó el diseño de un sistema por el que, mediante las balizas situadas en los museos, los visitantes son capaces de obtener la navegación y la interacción con las colecciones basadas en la ubicación de proximidad de los visitantes y el tiempo de retención. Resultan de gran ayuda para los visitantes ya que permite ofrecer información más personalizada al usuario y facilitar así su aprendizaje e interacción con el museo. Se permite así mismo detectar los comportamientos de los visitantes y estimar sus intereses lo que facilita enormemente la comunicación a futuro entre el centro y el visitante para proponerle su oferta según el perfil de cada visitante. Lo que parece incuestionable es que nuevas propuestas



que mejoren la experiencia de los entornos culturales atraerá a más visitantes recurrentes e igualmente, a mayor número de visitantes, más posibilidades habrá de proteger y difundir la cultura, más allá de los propios intereses económicos.

Se ha de facilitar el acercamiento a los entornos de cultura, facilitar el relato con herramientas que permitan acercarla a las nuevas generaciones. Se ha de posibilitar ver la obra, la cultura, más allá de mirarla, al igual que descubrir el mundo no es mirar el mundo, es verlo. Lo anterior implica un potente acto de voluntad, primeramente, por los propios profesionales, y después por la sociedad, que ha de poner en valor el conocimiento, el propio entorno cultural para vivirlo profundamente, y disfrutar de todo aquello que se nos pone a disposición; a lo cual contribuye el presente trabajo.

Contribución de los autores

María Jesús Rosado García: Conceptualización, Metodología. Redacción-revisión y edición del artículo **Ramón Argüelles Bustillo:** Conceptualización, Investigación, Software, Curación de datos borrador original del artículo.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

- Aftab, M. U. bin. (2017). *Building Bluetooth Low Energy Systems*. Packt Publishing.
- Bonami, Beatrice. Piazzentini, Luiz. Dala-Possa, A. (2020). Educación , Big Data e Inteligencia Artificial : Metodologías mixtas en plataformas digitales Education , Big Data and Artificial Intelligence : Mixed methods in digital platforms. *Revista Comunicar*, XXVIII(65), 43–52.
- Campana, F., Pinargote, A., Dominguez, F., & Pelaez, E. (2018). Towards an indoor navigation system using Bluetooth Low Energy Beacons. 2017 IEEE 2nd Ecuador Technical Chapters Meeting, ETCM 2017, 2017, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ETCM.2017.8247464>
- Cantù, M. (2001). *Mastering Delphi 6*. Sybex.
- Cavallini, A. (n.d.). *iBeacons Bible*. Retrieved October 3, 2022, from <https://meetingofideas.files.wordpress.com/2013/12/ibeacons-bible-1-0.pdf>
- Csalodi, R., Jaskó, S., Süle, Z., & Holczinger, T. (2021). Industry 4.0 - Driven Development of Optimization Algorithms: A Systematic Overview. *Complexity*, February, 0–22. <https://doi.org/10.1155/2021/6621235>
- Embarcadero. (n.d.). *Construcción del sistema Navis en el Museo Arqueológico de Saitohara con RAD Studio / Delphi + Beacon Fence*. Retrieved January 17, 2022, from <https://www.embarcadero.com/jp/events-japan/developer-camp/report/saitobaru-case>
- European Commission. (2021). *Industry 5.0. Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*. <https://doi.org/10.2777/308407>
- Gervasi, O., Fortunelli, M., Magni, R., Perri, D., & Simonetti, M. (2019). Mobile Localization Techniques Oriented to Tangible Web. *Computer Science*, 11619, 118–128. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24289-3_10
- google developers. (n.d.). *Eddystone format-beacons*. Retrieved October 3, 2022, from <https://developers.google.com/beacons/>
- He, Z., Cui, B., Zhou, W., & Yokoi, S. (2015). A proposal of interaction system between visitor and collection in museum hall by iBeacon. *10th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2015, Iccse*, 427–430. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2015.7250283>
- Laiglesia, J. F. de, Loeck, J., & Martín, R. C. (Eds.). (2010). *La Cultura Transversal. Colaboraciones entre arte, ciencia y tecnología. "Transversal Culture. Collaborations between art, science and technology"*. Universidad de Vigo.
- Leach, P., Mealling, M., & Salz, R. (2005). A universally unique identifier (uuid) urn namespace. *Namespace*, 1–32. <https://doi.org/10.17487/RFC4122>
- Magnelli, A., Pantile, D., Falcone, R., & Pizziol, V. (2020). Advances in Tourism, Technology and Smart Systems. Smart Innovation, Systems and Technologies. *The Video Guides at the Musei Civici in Rome: An Example of Technological Innovation in Touristic Cultural Heritage Experiences*, 171, 199–209. https://doi.org/10.1007/978-981-15-2024-2_18
- Mokatren, M., Kuflik, T., & Shimshoni, I. (2018). Exploring the potential of a mobile eye tracker as an intuitive indoor pointing device: A case study in cultural heritage. *Future Generation Computer Systems*, 81, 528–541. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.07.007>
- Namie, H., & Suzuki, O. (2021). Indoor location estimation by bluetooth low energy for pedestrian navigation. *IEEEJ*

- Journal of Industry Applications*, 10, 45–52. <https://doi.org/10.1541/IEEJJIA.20003604>
- Ng, P. C., She, J., & Park, S. (2017). Notify-and-interact : a beacon-smartphone interaction for user engagement in galleries. *IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*, 10, 1069–1074. <https://doi.org/10.1109/ICME.2017.8019467>
- Pedro J. García-Paterna, A. S. M.-S., & Sánchez-Aarnoutse, J. C. (2021). Empirical Study of a Room-Level Localization System Based on Bluetooth Low Energy Beacons. *Sensors*, 3665, 1–13. <https://doi.org/10.3390/s21113665>
- Robson, S. R. (1965). Aesthetics in engineering. *New Zealand Engineering*, 20, 409–415.
- Rosado-García, M. J., & García-García, M. J. (2022). La ingeniería como territorio común del arte, la ciencia y la tecnología. Una respuesta fenomenológica. *Arbor Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 198(806), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/arbor.2022.806014> LA
- Rosado-García, M. J., Kubus, R., Argüelles-bustillo, R., & García-García, M. J. (2021). A New European Bauhaus for a Culture of Transversality and Sustainability. *Sustainability*, 11844, 1–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su132111844>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.

