

# PROTOTIPO DE RECORRIDO VIRTUAL INMERSIVO A DOS SALAS DEL PALACIO DE BELLAS ARTES

## *Trabajo terminal No.*

*Alumnos: \*Sánchez Castro Aarón Gamaliel [Cruz Morales Ada Saray, García Medina Saúl, Rodríguez Melgoza Ivette]*

Directores: Zagal Flores Roberto, Araujo Díaz David

\*email: asanchezc1505@alumno.ipn.mx

**Resumen** - Actualmente el Instituto Nacional de Bellas Artes ofrece un recorrido virtual por los interiores del palacio de Bellas Artes, el cual está basado en fotografías en 360 grados, pero esto limita la experiencia de apreciación durante la exploración de las salas. Este trabajo propone reemplazar las fotografías por un entorno de realidad virtual inmersiva, aplicada a la sala principal y la sala Jorge González Camarena del Palacio de Bellas Artes, lo cual permite interactuar con los objetos presentes en las salas y visualizar información relevante mientras los sostiene, además de poder apreciar detalles de las mismas. El prototipo puede ayudar a los habitantes de la Ciudad de México que buscan acudir al palacio en un horario fuera del establecido o simplemente no desean un límite de tiempo para su visita. En general este trabajo puede servir para incentivar a la población mexicana y extranjera a conocer este recinto de forma no presencial sin el impacto económico que representaría un viaje a la Ciudad de México.

**Palabras clave** - Modelado 3D, Prototipo, Realidad virtual inmersiva, Recorrido virtual, Turismo no presencial.

## 1.Introducción

La Ciudad de México es una de las ciudades con más museos, de acuerdo con la Secretaría de Turismo local, pues existen en esta capital un total de 170 museos y 43 galerías. Lo anterior la sitúa en el nivel de ciudades como Londres, y por arriba de Buenos Aires, Madrid y París, según datos de la Fundación UNAM[1]. Entre estos museos se encuentra uno de los más representativos en cuanto arquitectura se refiere, se trata del Museo del Palacio de Bellas Artes.

Lamentablemente el Museo del Palacio de Bellas Artes así como el resto de museos de la Ciudad de México no tienen mucha difusión y tienen poco interés entre la población que habita en la ciudad según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través de su informe 'Estadísticas sobre museos 2017'. Además de estos dos factores, las personas excusaron su asistencia a los museos por no tener tiempo, por el trabajo, porque están muy lejos, por falta de dinero, o simplemente porque no les gusta o prefieren ver televisión[2]. Además, se ha incrementado la falta de difusión debido a la pandemia de Covid-19 que ha impedido a la población visitar los recintos que tiene la ciudad.

Por estas razones que se propone realizar un recorrido virtual del Museo del Palacio de Bellas Artes en donde, con ayuda de la tecnología de realidad virtual, la gente pueda conocer este recinto de una forma distinta y con una experiencia nueva distinta al ya existente recorrido virtual que ofrece la página oficial del Museo del Palacio de Bellas Artes[3], esto con el fin de que resulte una experiencia distinta a la actual.

El presente trabajo propone la creación de un recorrido por la sala principal y Jorge González del palacio utilizando realidad virtual. De este modo, una persona que posea un visor compatible con *Google Cardboard* y un *smartphone* cuyo lanzamiento date del 2017 en adelante, tendrá la oportunidad de recorrer las salas mencionadas con la posibilidad de examinar a detalle los objetos presentes en la exposición, así como conocer la historia o descripción detrás de cada uno de estos. Con este proyecto deseamos despertar mayor interés en personas extranjeras por visitar este recinto de manera presencial, promoviendo el turismo en la Ciudad de México, además de servir como apoyo a estudiantes de todos los niveles educativos que deseen conocer más sobre este lugar emblemático.

Los sistemas similares que se han desarrollado son:

1. *Google arts and culture.*
2. *Digital Giza.*
3. Recorrido virtual del museo de Historia Mexicana
4. Recorrido virtual del Palacio de Bellas Artes.

Software	Características	Precio en el mercado
<i>Google Arts and Culture</i>	Esta es una iniciativa de Google para preservar y llevar el arte alrededor del mundo de manera online mediante fotos en 360° de manera que sea accesible para todos. Con esta plataforma se pueden visitar las galerías de muchos museos del mundo y hacer recorridos en algunas áreas de algunos museos [4].	Gratuito
<i>Digital Giza</i>	Iniciativa de Harvard para incentivar la investigación de este lugar arqueológico. Se trata de un entorno en realidad virtual no inmersiva, por el cual un usuario se desplaza utilizando teclas de su computadora [5]. Nota: Se requiere de una buena conexión a internet.	Gratuito
Recorrido virtual del museo de Historia Mexicana	Ofrece un panorama completo de la historia de México a través de 4 períodos: México Antiguo, Virreinato, Siglo XIX y México Moderno. Por medio de un recorrido virtual con fotografías 360°.	Gratuito
Recorrido virtual del Palacio de Bellas Artes	Este es un recorrido virtual no inmersivo que consta de fotografías en 360 del palacio de bellas artes desde todas sus perspectivas (vista norte, sur, oriente y poniente) además de poder ver el interior del museo de la misma manera, con fotografías en 360 [6].	Gratuito

**Tabla 1.** Resumen de productos similares

A diferencia de los sistemas anteriormente mencionados, el prototipo a realizar será un recorrido virtual inmersivo el cual constará de la visita a dos salas del Palacio de Bellas Artes de manera interactiva y gratuita, donde el usuario tendrá la oportunidad de interactuar con los objetos de las salas además de visualizar información relevante mientras los sostiene y poder apreciar detalles de estos. Como característica adicional, no se ha encontrado información acerca de un prototipo similar aplicado a algún museo de la Ciudad de México.

## 2. Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar un prototipo usando enfoques de realidad virtual inmersiva y dispositivos móviles para realizar recorridos no presenciales en la sala principal del Palacio de Bellas Artes y la sala Jorge González Camarena, proporcionando información temática de la exposición en las salas, y ofreciendo una experiencia inmersiva a los visitantes que deseen explorar las salas del del palacio usando dispositivo móviles y modelos en 3D.

### Objetivos Particulares

1. Definir el mecanismo de recorrido e interacción en las salas.
2. Analizar las características de la sala Jorge González Camarena y la sala principal del Palacio de Bellas Artes para realizar modelos en 3D.
3. Diseñar la interfaz de acceso al recorrido y control.
4. Integrar el visor de realidad virtual con el entorno del recorrido.
5. Integrar los controles para interactuar con los entornos.

### 3. Justificación

El Palacio de Bellas Artes cuenta con la fama de ser el recinto cultural más importante de México y una reconocida casa de ópera a nivel mundial, además de ser considerado patrimonio de la humanidad según la UNESCO. El recinto, además de contar con tres salas que son sede de diversos eventos culturales como exposiciones y conciertos, alberga dos museos en su interior; *el Museo del Palacio de Bellas Artes* y *el Museo Nacional de Arquitectura*. Dichos museos se encuentran en el *top 10* de los más visitados en todo México [7], recibiendo miles de personas año con año provenientes de todo el mundo.

Para extender la cantidad de recorridos más allá del horario de visita establecido, y para acercar la cultura mexicana a cualquier persona sin importar su ubicación, el INBA pone a disposición del público general un recorrido virtual por el palacio de bellas artes, utilizando fotografías en 360° [3]. Sin embargo, dicho recorrido carece de interactividad y es imposible apreciar con detalle los objetos que se encuentran dentro del palacio.

Dado que el *Museo del Palacio de Bellas Artes* tiene un horario limitado a 8 horas de visitas, y un costo a público general de \$75.00 mxn.[8], el proyecto propuesto beneficia a aquellas personas que busquen estudiar las salas presentes en el museo con tiempo ilimitado, además de representar un ahorro en costo y en tiempo de traslado.

Como principales sectores beneficiados con la creación del recorrido se cuenta al público en general que busque apreciar el recinto fuera del horario establecido, personas extranjeras que se encuentren estudiando el palacio y no puedan costear un viaje a México o simplemente deseen conocer más sobre la cultura mexicana, estudiantes desde nivel básico hasta posiblemente nivel superior que deseen examinar la arquitectura del recinto.

### 4.- Planteamiento del problema

Actualmente el Instituto Nacional de Bellas Artes ofrece un recorrido virtual por los interiores del palacio de Bellas Artes, el cual está basado en fotografías en 360 grados, pero esto limita la experiencia de apreciación durante la exploración de las salas. Este trabajo propone reemplazar las fotografías por un entorno de realidad virtual inmersiva, lo cual permite interactuar con los objetos presentes en las salas y visualizar información relevante mientras los sostiene, además de poder apreciar detalles de las mismas. El reto de este prototipo consiste en integrar tecnologías de Bases de Datos, diseño y análisis de sistemas, aplicaciones de *smartphone*, un visor de realidad virtual y un control para consola de videojuegos capaz de conectarse vía *bluetooth* a un *smartphone*, y modelado en 3D.

### 5. Resultados o productos esperados

En el siguiente esquema se representa de forma general la arquitectura del sistema. Los objetos del museo y sus posibles interacciones se encuentran almacenados en una base de datos con los que se conforma una animación 3D de la sala del museo, posteriormente el usuario visualiza dicha animación mediante un visor de realidad virtual en el que un teléfono celular funciona como pantalla. El usuario puede interactuar con el entorno mediante el uso de un control que se encuentra configurado como entrada para el teléfono celular mediante *bluetooth*.

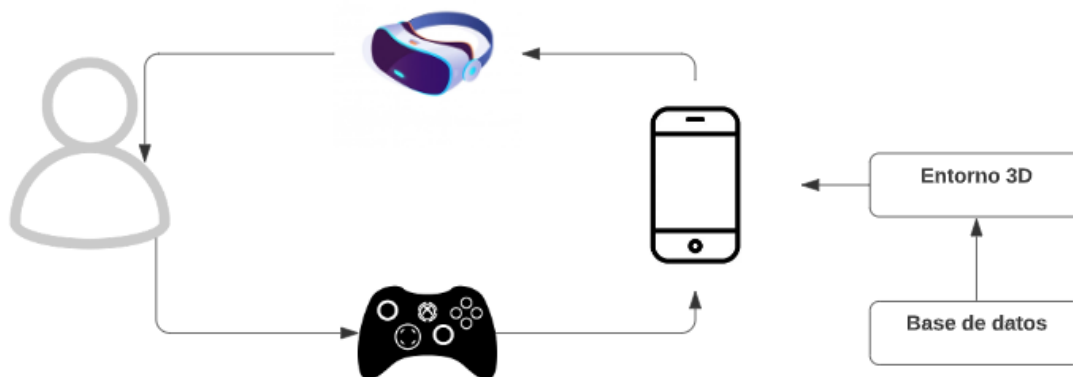


Fig 1: Propuesta de solución.

El primer objetivo específico compete a la captura de información y esquematización para posteriormente maquetar el edificio desplegando las distintas obras en exhibición con su respectiva información. La descripción de los objetos y las salas serán organizadas y almacenadas en una base de datos.

El tercero objetivo corresponde al elemento central del trabajo en el que se elaborará un modelo 3D de la sección externa del museo de Bellas Artes, de la sala Jorge González Camarena y la sala principal para realidad virtual que permitirá a los usuarios interactuar con los elementos presentes en el museo. Igualmente se desplegará la información más relevante correspondiente a la obra cuando ésta se seleccione.

Resumiendo, los puntos anteriores los productos finales para el presente proyecto se enumeran a continuación:

1. Documentación técnica del sistema.
2. Manual de usuario.
3. Aplicación de entorno 3D para dispositivos móviles.
4. Código fuente.

## 6. Metodología

Para el desarrollo del proyecto se contempla el uso de la **metodología espiral**, debido al tiempo que establece entre iteraciones, permitiendo realizar avances significativos entre cada una de ellas y facilitando la construcción del prototipo en pequeños fragmentos con cambios integrables en poco tiempo posterior a su detección.

La metodología espiral consta de cuatro fases: planificación, análisis de riesgo, ingeniería y evaluación con el cliente. En estas fases respectivamente se recolectan los requisitos iniciales de una iteración, se evalúa la factibilidad de continuar el desarrollo del software, se construye un prototipo con base en los requisitos definidos en la planeación y finalmente se muestra el prototipo al cliente con el fin de obtener una retroalimentación [9].

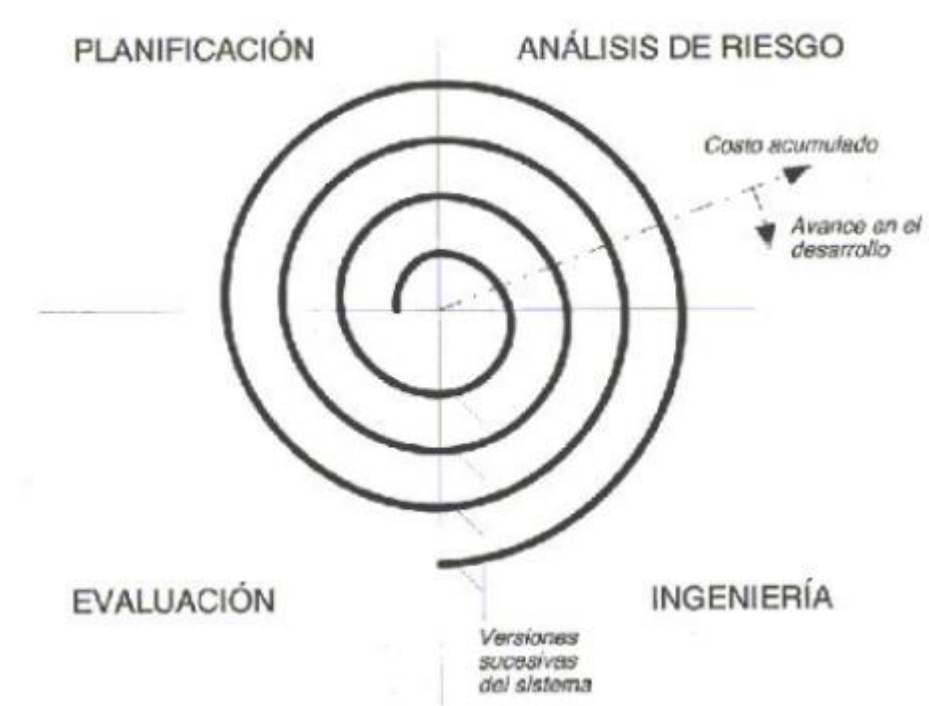


Fig 2. Etapas de la metodología espiral.

## 7. Cronograma

CRONOGRAMA Nombre del Alumno(a): Cruz Morales Ada Saray

TT No. :

Título del TT: Prototipo de recorrido virtual inmersivo a dos salas del palacio de bellas artes.

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV
Análisis de las salas										
Diseño del recorrido										
Selección de herramientas										
Modelado de dos objetos de la sala Jorge González Camarena										
Evaluación TT1										
Modelado de la estructura de la sala principal										
Modelado del tercer piso de la sala principal										
Generación del manual de usuario										
Generación del reporte técnico										
Pruebas										
Evaluación TT2										

Título del TT: Prototipo de recorrido virtual inmersivo a dos salas del palacio de bellas artes.

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV
Análisis de las salas										
Diseño del recorrido										
Selección de herramientas										
Modelado de dos objetos de la sala Jorge González Camarena										
Evaluación TT1										
Cargar información en la base de datos										
Modelado de la planta baja de la sala principal										
Generación del manual de usuario										
Generación del reporte técnico										
Pruebas										
Evaluación TT2										

Título del TT: Prototipo de recorrido virtual inmersivo a dos salas del palacio de bellas artes.

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV
Análisis de las salas										
Diseño del recorrido										
Selección de herramientas										
Modelado de dos objetos de la sala Jorge González Camarena										
Evaluación TT1										
Modelado de la estructura de la sala Jorge González Camarena										
Modelado del segundo piso de la sala principal										
Generación del manual de usuario										
Generación del reporte técnico										
Pruebas										
Evaluación TT2										

Título del TT: Prototipo de recorrido virtual inmersivo a dos salas del palacio de bellas artes.

Actividad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV
Análisis de las salas										
Diseño del recorrido										
Selección de herramientas										
Integración con visor y control										
Evaluación TT1										
Modelado del primer piso de la sala principal										
Modelado de un objeto de la sala Jorge González Camarena										
Generación del manual de usuario										
Generación del reporte técnico										
Pruebas										
Evaluación TT2										



## 8. Referencias

- [1] Sin autor, «Hay tantos museos por ver en la CDMX,» El universal, 17 05 2016. [En línea]. Available: <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/cultura/patrimonio/2016/05/17/cdmx-una-de-las-urbes-con-mas-museos-en-el-mundo>. [Último acceso: 25 10 2021].
- [2] H. Usla, «Mexicanos no asisten a museos por falta de difusión e interés: Inegi,» El financiero, 12 07 2018. [En línea]. Available: <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexicanos-no-asisten-a-museos-por-falta-de-difusion-e-interes-inegi/>. [Último acceso: 25 10 2021].
- [3] Sin autor, «Palacio de Bellas Artes,» Secretaría de cultura, SF SF SF[En línea]. Available: <https://inba.gob.mx/sitios/recorridos-virtuales/palacio-de-bellas-artes/>. [Último acceso: 25 10 2021].
- [4] Sin autor, «Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica,» INAOE, SF SF SF. [En línea]. Available: <https://artsandculture.google.com/partner/inaoe?hl=es>. [Último acceso: 25 10 2021].
- [5] Sin autor. «The Giza Project at Harvard University» .[En línea]. Available: <http://giza.fas.harvard.edu/>. [Último acceso: 25 10 2021].
- [6] Secretaría de cultura INBAL, «Museo del Palacio de Bellas Artes,» SF SF 2021. [En línea]. Available: <http://museopalaciodebellasartes.gob.mx/historia-mpba/>. [Último acceso: 26 10 2021].
- [7] S. Guzmán, «El Universal », 18 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.eluniversal.com.mx/destinos/los-10-museos-mas-visitados-de-mexico>. [Último acceso: 26 10 2021].
- [8] Secretaría de Cultura, «Museo del Palacio de Bellas Artes,» 2021. [En línea]. Available: <http://museopalaciodebellasartes.gob.mx/visitas/>. [Último acceso: 26 Octubre 2021].
- [9] J. Pacienza y E. G. Maida, «Metodologías de desarrollo de software,» Buenos Aires, Argentina, 2015.

## 9. Alumnos y directores

Aarón Gamaliel Sánchez Castro.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad sistemas, Boleta: 2019630079, Tel. 5573470359 , email: asanchezc1505@alumno.ipn.mx

Ada Saray Cruz Morales.- Alumna de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2018321102, Tel. 9513971841, email: acruzml704@alumno.ipn.mx

Ivette Rodríguez Melgoza.- Alumna de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas. Boleta: 2019630522, Tel 5626437574 , email irodriguezml1500@alumno.ipn.mx

Saúl García Medina.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en la ESCOM, Especialidad sistemas, Boleta: 2019630083, Tel. 5539623586 , email: sgarciam1502@alumno.ipn.mx

David Araujo Díaz.- Profesor de la Escuela Superior de Cómputo (Depto. de Posgrado), Ing. en Comunicaciones y Electrónica (ESIME-Zacatenco), M. en C. en Ingeniería Eléctrica en la Opción de Computación (CINVESTAV-IPN). Áreas de Interés: Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Diseño y Simulación de Circuitos Electrónicos, Modelación Matemática, Cómputo Paralelo, Robótica, Procesamiento de Imágenes, Reconocimiento de Patrones, Computabilidad, Complejidad Algorítmica y Seguridad Informática. Tel: 55- 5729-6000 Ext. 52038. Email: daraujo@ipn.mx

Dr. Roberto Zagal Flores.- Profesor de la Escuela Superior de Cómputo. Egresado de la Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Escuela Superior de Cómputo del IPN. Maestría en Ciencias de la Computación en el Centro de Investigación en Computación del IPN (No. Cedula 11050111). Doctorado en tecnología avanzada de la Sección de Estudios de Posgrado de la UPIITA IPN. Áreas de interés: Data Mining, Spatial Data Mining, GIS, Web Semántica, Data Integration, IoT y Arquitecturas de Sistemas de Información. Ha trabajado en proyectos de tecnología en la iniciativa privada y en el sector público. Email: zagalmmx@hotmail.com, Tel. 57296000, Ext. 52032.

CARÁCTER: Confidencial  
FUNDAMENTO LEGAL: Art. 3, fracc. II, Art. 18, fracc. II y Art. 21, lineamiento 32, fracc. XVII de la L.F.T.A.I.P.G.  
PARTES CONFIDENCIALES: No. de boleta y Teléfono.

TURNO PARA LA PRESENTACIÓN DEL  
TRABAJO TERMINAL:

**Protocolo**  
 Ivette, Saúl, Ada, You

**Aarón Gamaliel Sánchez Castro**  
 2019630079  
 asanchezc1505@alumno.ipn.mx  
 Estoy de acuerdo en participar en el prototipo de recorrido virtual inmersivo a dos salas del palacio de bellas artes  
 17:26 ✓✓

**Saúl**  
 García Medina Saúl  
 2019630083  
 sgarciam1502@alumno.ipn.mx  
 Estoy de acuerdo en participar en el prototipo de recorrido virtual inmersivo a dos salas del palacio de bellas artes  
 17:28

**Ada**  
 Ada Saray Cruz Morales  
 2018321102  
 acruzam1704@alumno.ipn.mx  
 Estoy de acuerdo en participar en el Trabajo Terminal con el nombre de: Prototipo de recorrido virtual inmersivo a dos salas del Palacio de Bellas Artes  
 17:30

**Ivette**  
 Rodríguez Melgoza Ivette  
 2019630522  
 irodriguez1500@alumno.ipn.mx  
 Estoy de acuerdo en participar en el prototipo de recorrido virtual inmersivo a dos salas del palacio de bellas artes.  
 17:31

Type a message

**David Araujo Diaz**  
 Ivette Ro  
 12:25 p.m.  
 ⋮  
 Buenas Tardes:  
  
 Estoy de ACUERDO EN PARTICIPAR en el TT  
 PROTOTIPO DE RECORRIDO VIRTUAL  
 INMERSIVO A DOS SALAS DEL PALACIO DE  
 BELLAS ARTES  
  
 Saludos..

## Protocolo realidad virtual bellas artes



Roberto Eswart Zagal Flores

Jue 04/11/2021 14:57

Para: Ivette Ro <ivette\_ro\_m@hotmail.com>

Estoy de acuerdo con ser el director del "Prototipo de recorrido virtual inmersivo a dos salas del palacio de bellas artes".  
 Muchas gracias.

...

Responder

Reenviar