

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

## *Trabajo terminal No.*

Alumnos: \*Sánchez Castro Aarón Gamaliel 1 [Cruz Morales Ada Saray 2, García Medina Saúl 3, Rodríguez Melgoza Ivette 4]

Directores : Eswart Zagal Roberto, Araujo Díaz David

\*email : [asanchezc1505@alumno.ipn.mx](mailto:asanchezc1505@alumno.ipn.mx)

**Resumen** - El presente trabajo propone la creación de un recorrido virtual por la sala principal del Palacio de Bellas Artes y la sala Jorge González Camarena, actualmente el Instituto Nacional de Bellas Artes ofrece ya un recorrido virtual por todo el palacio, sin embargo, nuestra propuesta tiene como valor agregado cambiar las fotografías por un entorno de realidad virtual inmersiva. Es decir, que el usuario podrá interactuar con los objetos presentes en las salas y podrá visualizar su descripción mientras los sostiene, además de explorar con completa libertad las mismas. Pretendiendo incentivar a la población mexicana y extranjera a conocer este recinto declarado patrimonio de la humanidad, sin el impacto económico que representaría un viaje a la Ciudad de México. En su defecto, el software puede ayudar a los mismos 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.

## **Palabras clave**

Modelado 3D, Prototipo, Realidad virtual inmersiva, Recorrido virtual.

## **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 a la 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.

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
Google Arts and Culture	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
Digital Giza	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

## 2. Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar un prototipo de recorrido virtual inmersivo para dispositivos móviles por la sala principal del Palacio de Bellas Artes y la sala Jorge González Camarena, para brindar la información presente en las salas, ofreciendo una experiencia distinta a las personas de todo México y el extranjero que deseen conocer un poco del interior del palacio mediante un prototipo de aplicación para dispositivo móviles.

### Objetivos Particulares

1. Analizar la sala Jorge González Camarena y la sala principal del Palacio de Bellas Artes para realizar un replicado en 3D.
2. Seleccionar los requerimientos de interacción en las salas.
3. Diseñar la interfaz de acceso al recorrido y control.
4. Integrar el visor de realidad virtual con el entorno.
5. Integrar los controles al entorno.
6. Desarrollar un prototipo de la sala Jorge González Camarena y la sala principal del Palacio de Bellas Artes en 3D para un recorrido interactivo por medio de realidad virtual.
7. Realizar pruebas del prototipo.

## 4. 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.

El presente trabajo propone la creación de un recorrido por la sala principal y Jorge Gonzalez 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.

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.

Durante el desarrollo del prototipo se aplicarán conocimientos adquiridos en las unidades de aprendizaje como Comunicación Oral y Escrita, Bases de Datos, Análisis y Diseño Orientado a Objetos, Ingeniería de Software y Programación Orientada a Objetos, además de integrar dispositivos existentes desarrollados para otros sistemas con fines ajenos al nuestro, como lo son un *smartphone*, un visor de realidad virtual y un control para consola de videojuegos, y el conocimiento del modelado 3D adquirido externamente

## 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.

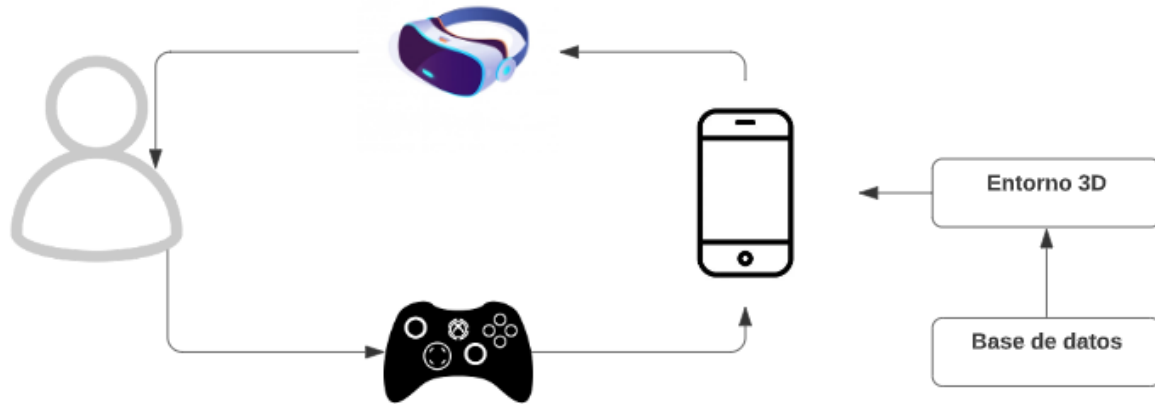


Fig 1: Propuesta de solución.

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. Los datos obtenidos serán organizados y almacenados en una base de datos.

El sexto 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].

## 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	JUL	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											

CRONOGRAMA Nombre del Alumno(a): Rodríguez Melgoza Ivette

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	JUL	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											

CRONOGRAMA Nombre del Alumno(a): Sánchez Castro Aarón Gamaliel 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	JUL	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											

CRONOGRAMA Nombre del Alumno(a): García Medina Saúl 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	JUL	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**

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](mailto:acruzml704@alumno.ipn.mx)


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



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

CARÁCTER: Confidencial  
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.  
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

Ivette Rodríguez Melgoza.- Alumna de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas. Boleta: 2019630522, Tel 5626437574 , email [irodriguezml500@alumno.ipn.mx](mailto:irodriguezml500@alumno.ipn.mx)

Araujo Díaz David.- 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

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



**Aarón Gamaliel Sánchez Castro**  
2019630079  
[asanchezc1505@alumno.ipn.mx](mailto: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](mailto: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  
[acruzsm1704@alumno.ipn.mx](mailto:acruzsm1704@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  
[irodriguezsm1500@alumno.ipn.mx](mailto:irodriguezsm1500@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  
IMERSIVO A DOS SALAS DEL PALACIO DE  
BELLAS ARTES

Saludos..

