



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

## Sistema Interactivo para Museos

TESIS

Que para obtener el título de

**Ingeniero Mecatrónico**

PRESENTA

Fabián Pradel Jurado

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Vicente Borja Ramírez



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# Sistema Interactivo para Museos



# Índice

<i>Resumen</i>	1
<i>Introducción</i>	3
<i>CAPÍTULO 1. Antecedentes.</i>	6
1.1 Curso Productos Innovadores	7
1.2 Avances del proyecto	9
<i>CAPÍTULO 2. Definición del problema.</i>	19
2.1 Objetivo	20
2.2 Alcances	20
2.3 Proceso	20
2.4 Equipo de trabajo	22
<i>CAPÍTULO 3. Síntesis de la información.</i>	25
3.1 Soluciones actuales	26
3.1.1 Tendencias Didácticas	26
3.1.2 Tendencias Tecnológicas	27
3.1.3 Ejemplos del uso de las tecnologías en los museos	28
3.1.3.1 Análisis de información	35
3.1.4 Opciones de solución	36

3.2	Información de contexto	39
	3.2.1 Análisis de información	43
3.3	Escenario y personajes	45
	3.3.1 Escenario del Museo en el 2025	45
	3.3.2 Personajes	49
	<i>CAPÍTULO 4. Diseño conceptual.</i>	51
4.1	Generación de alternativas de solución	52
	4.1.1 Conceptos Generados	58
4.2	Evaluación y selección	60
	<i>CAPÍTULO 5. Diseño de opción seleccionada.</i>	62
5.1	Descripción	63
5.2	Diseño	69
5.3	Presentación de OLIN	77
	<i>CAPÍTULO 6. Implantación y pruebas.</i>	80
6.1	Pruebas con usuarios	81
6.2	Análisis de las pruebas	86
	<i>Conclusiones</i>	88
	<i>Referencias</i>	91
	<i>ANEXO I. Diagrama de flujo</i>	96
	<i>ANEXO II. Planos</i>	102

# AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, por proporcionarme los fundamentos para desarrollarme íntegramente, aportando principios educativos y sociales.

A la Facultad de Ingeniería por brindarnos excepcionales instalaciones, y a sus profesores, que se esfuerzan cada día por compartir su conocimiento.

Un especial agradecimiento al Doctor Vicente Borja Ramírez, por su apoyo y amistad, durante la realización de este trabajo.

A mi familia, tanto mis padres como mis hermanos, por haber sido un inconmensurable apoyo durante toda mi vida y cimentar las bases que me han traído hasta este punto tan importante en mi vida.

Por último, pero no menos importante, un agradecimiento a todas las personas que formaron parte de este proyecto, gracias por su apoyo, pero sobre todo por su amistad.

# RESUMEN

La presente tesis detalla el proceso seguido, para diseñar un sistema interactivo para los museos, en específico para los museos del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH); a través de este sistema buscamos cambiar el objetivo de la mayoría de los visitantes, de asistir al museo para realizar la tarea de la escuela (Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2008), a asistir para disfrutar de una experiencia educativa. El sistema a desarrollar tiene por objetivo permitir la interacción entre el contenido del museo y el visitante, y desplegar información de forma que sea atractiva para el usuario.

Al inicio del proyecto se realizó una investigación para contextualizarnos sobre lo hecho por otros museos alrededor del mundo y las tecnologías existentes.

Con base en la investigación se realizaron prototipos de función crítica y de funcionalidad limitada, para validar las ideas planteadas. Tomando en consideración los prototipos, se establecieron dos conceptos, el concepto Xiimbal, propone la implementación de una cabina inmersiva e interactiva, en esta cabina el usuario podrá interactuar con diferentes escenarios virtuales, el concepto está planteado para niños de entre 8 y 12 años; el segundo concepto es OLIN, un sistema que proporciona información sobre las piezas del museo, este concepto está planteado para todo público, incluidos extranjeros de habla inglesa.

Posteriormente se seleccionó uno de los conceptos, a través de una matriz comparativa y se desarrolló un producto basado en el concepto final. El producto se nombró de la misma forma que el concepto. El producto OLIN permite visualizar información de las piezas del museo, en este caso, al ser un producto demostrativo solo se encuentra información sobre la escultura de Coatlicue, pieza que se encuentra en la Sala Mexica del Museo Nacional de Antropología. OLIN, es un sistema que permite interactuar con el contenido mediante el simple movimiento de las manos, el sistema puede ser usado por todos los visitantes, ya que cuenta con tres Modos, es decir, tres formas diferentes de visualizar la información de la pieza.

OLIN fue probado para conocer el impacto que causa el sistema en los usuarios. Finalmente se comparó el sistema actual de los museos, es decir, las cédulas; con el sistema OLIN, para conocer cuál es más atractivo para los visitantes y cuál genera un mejor conocimiento.



# INTRODUCCIÓN

En la última década el modo de vida de las sociedades ha cambiado -en la forma en que, nos comunicamos y adquirimos información-, con la incursión de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC). Por lo tanto, los museos han tenido que incorporar las TIC, y con ello adaptarse a la sociedad actual.

Esto ha iniciado la era de los museos interactivos, en la cual se busca que los espacios museográficos no sean templos, en donde los visitantes son simples espectadores -como lo mencionó Alfonso Miranda (director del Museo Soumaya)-. (arte, 2016)

Actualmente los museos no solo han incorporado las TIC, también han integrado otras tecnologías como audio-guías, quiosco con pantalla táctil, videojuegos, realidad virtual, interfaz natural de usuario, entre otras. El integrar estas tecnologías a los museos tiene como propósito el democratizar el conocimiento -permitir el fácil acceso al conocimiento a cualquier persona-, para ofrecer información contextualizada sobre los objetos expuestos, e incrementar la asistencia a los museos. Con esto se busca que las tecnologías sean una vía de comunicación, y no un objeto museístico.

Existen diversos ejemplos del uso de la tecnología dentro de los museos y los más interesantes son: el uso del Nintendo 3DS XL en el museo Louvre, con el cual puedes tener acceso a audio contenidos, mapas y fotos en 3D y HD; en el museo de Brooklyn se desarrolló una aplicación, en la cual los visitantes pueden realizar preguntas sobre la pieza o pedir una recomendación sobre que ver y recibir una respuesta en tiempo real. La aplicación también incluye la tecnología *iBeacon*, con la cual los visitantes reciben notificaciones de contenidos interactivos relacionados con la pieza; en el museo Británico de Londres se diseñó una aplicación con la cual los usuarios pueden colocar su tableta o celular enfrente de una pieza, para recibir información sobre la misma y observar las partes faltantes de esta, por medio de Realidad Aumentada; (Shu, 2015) en el museo nacional de diseño Cooper-Hewitt se instalaron tabletas, de diferentes tamaños, en las cuales puedes interactuar con las piezas de la sala y tener acceso a "*the Pen*", una pluma electrónica en la cual puedes almacenar las piezas que más te gusten y conocer más de estas en las tabletas instaladas en el museo. ("Designing The Pen | Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum", 2014)

En México también existen museos que emplean la tecnología dentro de sus exhibiciones, tal es el caso de la exposición itinerante "El reino de las formas: grandes maestros", la exposición llegó a la ciudad de Torreón, Coahuila y en esta muestra los visitantes pueden descargar una aplicación para obtener un audio-guía y contenido en Realidad Aumentada; de igual

forma en el Museo Regional de Huajuapán (MUREH), en el estado de Oaxaca se desarrolló una aplicación basada en tecnología *Kinect* para manipular modelos 3D de piezas arqueológicas del MUREH.

El presente trabajo es una síntesis de las actividades realizadas a lo largo del Curso de Productos Innovadores. El curso tuvo una duración de dos semestres y mi incorporación en este curso fue en el segundo semestre. En el curso se tenía el objetivo de desarrollar un sistema para el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), el cual guiara al usuario a través del contenido del museo. Por medio de un discurso inmersivo, que despierte el interés del usuario por el contenido.

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) es la institución encargada de investigar, conservar y difundir el patrimonio arqueológico, antropológico, histórico y paleontológico de la nación con el fin de fortalecer la identidad y memoria de la sociedad.

En este trabajo se precisarán los prototipos y conceptos desarrollados durante el curso. Asimismo, se describirá el diseño del producto final y las pruebas realizadas a este producto, para validar o refutar la validez del concepto planteado.

# *CAPÍTULO 1*

## ANTECEDENTES

En este capítulo se describe el proceso realizado durante el primer semestre del curso Productos Innovadores.

## 1.1 Curso de Productos Innovadores

El curso tenía por objetivo diseñar un sistema que introduzca al usuario a un ambiente inmersivo e interactivo, generando retroalimentación que despierte interés en el contenido, el cual sea un apoyo para los museos del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

El curso tuvo una duración de dos semestres. El proceso que se describe a continuación es lo desarrollado durante el primer semestre del curso.

El concepto que estableció las bases de este proyecto, fue el expresado por el arquitecto Juan Garibay, director de museos del INAH:

*Tal vez, un museo del futuro deba plantearse en términos de un museo atemporal, aquél que, en su configuración, sistemas, redes, mecanismos y estructuras, escapa a toda voluntad de fijarlo. Un museo atemporal tiene la capacidad de generar sus discursos en la realidad, en la virtualidad y en la emocionalidad. Puede atrapar la atención de públicos diversos y al mismo tiempo detonar nuevos cuestionamientos y dinámicas de conocimiento. El concepto de integridad en los sistemas es sustancial a este modelo.*

A partir de esto se planteó una pregunta central. ¿Qué hacer para que el usuario se interese en el contenido mostrado en el museo?, esta pregunta apoyo en el proceso de diseño de prototipos y a llegar al concepto final.

Con base en la pregunta anterior, se estableció el reto. Hacer que el usuario relacione lo que ve en el museo con un trasfondo histórico, generando identidad en sí mismo, de tal forma que el usuario tenga la capacidad de transmitir su experiencia y así preservar lo que significa el museo para la nación, recurriendo al museo como un agente de transformación social.

A partir de una lluvia de ideas, denominamos a nuestro concepto como TONALI palabra náhuatl, que en español significa *destino*, al igual que el destino este concepto está lleno de caminos que podemos elegir de acuerdo con el contexto de cada museo del INAH.



Figura 1.1 Logo del concepto TONALI

Este concepto incluye los siguientes puntos:

- ✚ Personalizar el museo eligiendo recorridos libres o por medio de una historia.
- ✚ Interactuar con las piezas de un museo por medio de realidad aumentada teniendo la posibilidad de manipularlas con el movimiento.
- ✚ Coleccionar objetos de interés para el usuario.
- ✚ Compartir con otros lo que has obtenido a través de redes sociales.
- ✚ Obtener y conservar información útil y del interés del usuario, brindando la posibilidad de guardarla en una nube de información.

Es así como derivado de TONALI surge OLIN (palabra náhuatl que en español quiere decir *movimiento*) un subsistema que consta de un visor, un brazalete y *beacons* (sensores).



Figura 1.2 Visor y brazalete del concepto OLIN

Dicho subsistema solo puede usarse dentro del museo y en conjunto ofrece al usuario la oportunidad de vivir una historia dentro del museo que le permitirá relacionar las piezas que ahí se encuentren con un contexto histórico a través de una leyenda, de la misma forma si el usuario elige no llevar a cabo dicha historia, tiene la posibilidad de obtener información de las piezas y manipularlas con el movimiento de sus brazos en realidad aumentada.

En primera instancia como ejemplo y para efectos de aplicación de pruebas, tomamos la leyenda de los 5 soles (“La leyenda de los 5 soles en Los Aztecas”, 2016), generando un reto por medio de dicha historia que permite al usuario comprender de manera intuitiva la relación existente entre las piezas del museo y ésta leyenda.

## 1.2 Avances del proyecto.

Los prototipos y el diseño final que se menciona en este capítulo. Fueron desarrollados durante el primer semestre del curso Productos Innovadores.

Antes de llegar al concepto final, se desarrollaron diferentes prototipos. Partiendo de la pregunta ¿Qué hacer para que el usuario se interese en el contenido mostrado en el museo?, se llegó a los siguientes prototipos.

### Museo ambulante

El objetivo de este prototipo es identificar las causas que hacen que la gente se interese por un grupo de objetos que se les muestran.

El prototipo consta de 5 objetos con características específicas, de tal forma que nos permitieran identificar que llama la atención de la gente y porqué.

Los objetos que se mostraron son los siguientes:

- ✚ Cabeza Flotante, se trata de una cabeza elaborada con papel maché, la cual tiene un imán en su base y este se repele con otro colocado en una base. De manera que los imanes dan el efecto, que el objeto está suspendido en el aire.
- ✚ Cabezota, es una cabeza elaborada con papel maché, un poco más grande que la cabeza flotante, colocada sobre una base de cartón, simulando un objeto convencional de algún museo.
- ✚ Vitrina decorativa, se trata de una caja color rosa mexicano la cual tiene una ventana en la parte frontal, que permite ver el

interior, por dentro se colocó un barquito de papel y un billete pequeño de juguete, simulando un objeto cualquiera.

- ✚ Cajas giratorias, se trata de un objeto con forma de prisma cuadrangular, el cual tiene en tres de sus caras la imagen de algún icono prehispánico y en una cuarta cara, la imagen de un personaje de caricatura actual. El prisma tiene dos cortes horizontales que hacen que se divida en tres y con un soporte en medio del prisma cada parte pueda girar, de tal forma que cada imagen pueda armarse y desarmarse.
- ✚ Tablas mágicas, se trata de tres tablas hechas con cajas y periódico, unidas por unos listones de cinta adhesiva, que al estirarse parecen estar unidas y no moverse, pero al tomarlas de uno de los extremos da la impresión que las tablas se desprenden y se dirigiera hacia el otro extremo, pero sin separarse de las demás.



*Figura 1.3 Museo ambulante*

El conocimiento que se generó a partir de este prototipo, es que el objeto de un museo por su forma llama la atención. Sin embargo, existen factores que lo pueden hacer más atractivo, como el color, funciones que le atribuyan un valor agregado y alguna información sobre el objeto, de esta manera la gente se interesa más por lo que le estas mostrando.

### Mecanismo de 3 barras

Una característica por la cual los museos de ciencia y tecnología se encuentran entre los favoritos de los usuarios, es debido a la facilidad con la que se presenta la interacción usuario-objeto. Para este tipo particular de museos esta interacción es más de carácter experimental, es decir, al usuario se le presenta información y seguido de esto, una invitación a que él mismo lo compruebe; satisfaciendo así la curiosidad y la necesidad de tener



esa acción recíproca con el objeto, además de que reafirma la información que previamente se le ha proporcionado.

Dicho lo anterior, se planteó la posibilidad de generar interacción en un museo de tipo histórico-antropológico. No obstante, la interacción no sería experimental, pero sí permitiría mostrar la información de una manera más dinámica. Planteando así, el uso de mecanismos de tres barras, con los cuales, el usuario es quien decide que tanta información requiere. Los mecanismos, ofrecen una rutina más dinámica en comparación a los métodos comunes, en los cuales el usuario se para enfrente de la pieza, la mira, toma foto o anota algo y se va. Con estos prototipos esperamos crear el interés por parte del usuario.

Este prototipo consta de dos mecanismos de cartón, el primero se trata de un mecanismo compuesto de 3 pistones vinculados, mientras que el segundo es un mecanismo compuesto de 4 pistones vinculados.

Prototipo 1. Se trata de un mecanismo que puede sustituir la información que se encuentra en las vitrinas de exhibición, al mover la manivela se despliega lentamente la información por tres etapas, es decir al desplazar los pistones, puedes descubrir la información que se encuentra detrás de estos.



Figura 1.4 Mecanismo de 3 barras

Prototipo 2. El objetivo de este mecanismo es interesar al usuario a visitar alguna de las salas del Museo Nacional de Antropología e Historia, para ello se creó un horóscopo con cuatro signos: Aztecas, Mayas, Olmecas y Toltecas. Dependiendo de tu fecha de nacimiento era el signo (o cultura) que tenías asignado. Por tanto, la finalidad del prototipo era que el usuario viera que signo le tocaba, deslizara la manivela del mecanismo hasta descubrir la información referente a éste, leyera la información y con base en nuestras observaciones, ver si el interés del usuario hacia el contenido se despertó.



Figura 1.5 Mecanismo de 4 barras

A partir de la elaboración de este prototipo, se comprendió que para generar el interés en el usuario se debe de llegar a una interacción tal que nos permita hacer una conexión emocional entre el objeto y el usuario, y en este caso fue al darle una identidad; de forma que, si logramos que el usuario se identifique emocionalmente con el objeto, despertaremos su interés y con base en ello generaremos la experiencia.

Una pieza te lleva a otra

Este prototipo tenía por objetivo, medir el grado de interés de los usuarios, de acuerdo a temas específicos, previamente seleccionados. Esto nos indicara si al usuario le gusta la idea de personalizar su experiencia en el museo.

Con este prototipo comprendimos que, conocer un tema nuevo puede desencadenar diferentes variantes de resultados, y depende de cada persona como enlaza la información nueva con la preexistente. La clave está en identificar las variantes principales a través de un estudio de interfaces, para generar una, que sea positiva y sutil para todos, tomando en cuenta que la mejor interface es la que no se sabe que se está usando.

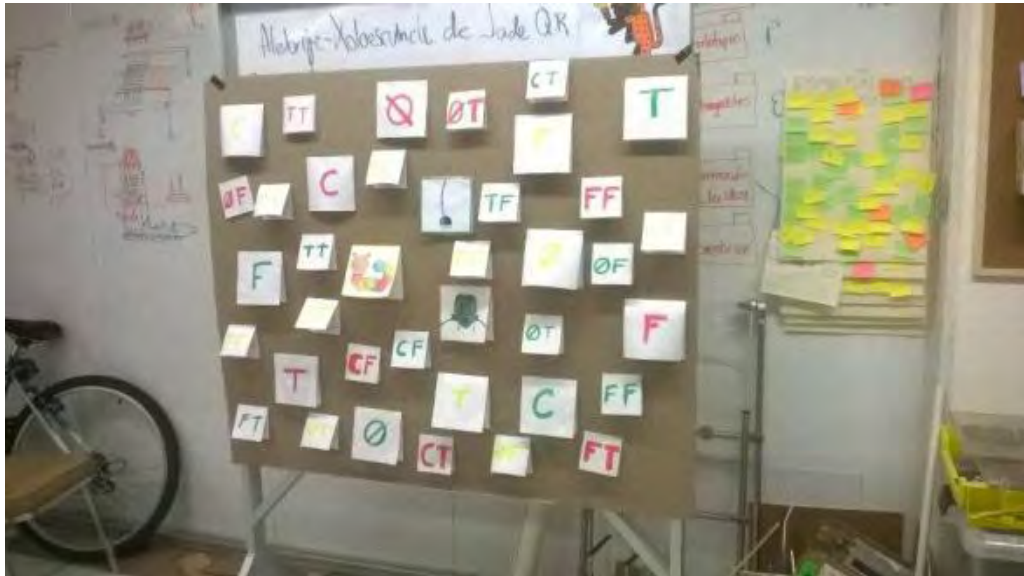


Figura 1.6 Prototipo del concepto una pieza te lleva a otra

## Realidad aumentada y expectativas en una línea de espera

El objetivo del prototipo fue identificar de qué manera afecta la descripción que hace una persona de una experiencia particular, en la curiosidad y expectativas de un grupo que está próximo a experimentarla.

Para realizar las pruebas se formó a un grupo de personas, las cuales permanecieron expectantes, formadas en una línea. Esperando su turno para observar el contenido de una caja. El grupo permanece sin más información que la brindada por un volante promocional y la descripción verbal de la última persona que pasó.

La caja contiene un celular, una tarjeta de metro y las instrucciones de uso. El usuario debe abrir la aplicación de realidad aumentada, enfocar con la cámara trasera del celular la parte posterior de la tarjeta del metro y en la pantalla del celular aparecer una imagen 3D de una isla con un cielo azulado de fondo. El usuario puede girar la tarjeta y de igual forma girar la imagen de la isla. Permitiendo al usuario tener una vista de 360° de la isla.

Después de realizar las pruebas, se concluyó que la mayoría de las personas disfruta de interactuar con objetos que ellos descubren, tienen funciones ocultas. Esto resulta evidente por la manera, en que interactúan con estos objetos, con la curiosidad de conocer que otras características pueden averiguar por ellos mismos. En el caso de este prototipo; acercando girando y moviendo la tarjeta y el celular de diversas formas para ver que

había más allá, que más podían descubrir de este objeto, que en un principio no parecía tener nada especial.



Figura 1.7 Tarjeta incluida dentro de la caja del prototipo

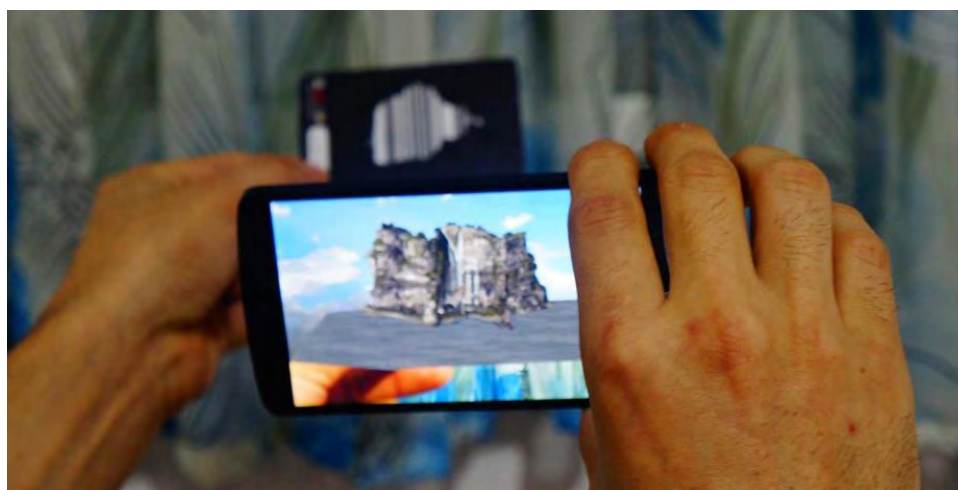


Figura 1.8 Imagen que se visualizaba por medio de la Realidad Aumentada OLIN

Después de haber realizar los prototipos anteriormente descritos, estos nos llevaron a plantear el concepto de OLIN. El cual esta descrito detalladamente en el subcapítulo anterior Curso Productos Innovadores.

El funcionamiento de OLIN es el siguiente:



1. El usuario (niño de entre 8 y 12 años de edad) recibe un visor y un brazalete, el brazalete se lo coloca en el brazo izquierdo o derecho y el visor en la cara, cubriendo la parte de los ojos.

2. El usuario podrá observar a través del visor información referente a las salas (en este caso nos enfocaremos a la sala mexicana) tal como <<Nombre de la sala, periodo histórico al que pertenece, número de piezas, fecha y hora>>.



Figura 1.9 Brazalete y visor del concepto OLIN

3. El visor desplegará un mensaje que invita al usuario a visitar la Piedra del Sol (una de las piezas más representativas de esta sala). Cuando el usuario se encuentre frente a dicha pieza, el brazalete por medio de una vibración avisará al usuario que está a punto de recibir un mensaje.

4. El usuario recibirá un mensaje en el visor que le dirá <<Tengo una misión para ti ¿aceptas el reto?>>. El usuario tiene la opción de aceptar y comenzar el reto o de rechazarlo, con un mensaje que aparecerá en el brazalete que dirá <<aceptar/rechazar>>. Si sucede lo segundo y el usuario presiona la opción rechazar, entonces el sistema lo invitará a visitar otras piezas y brindará información relevante de las mismas, esta información se desplegará en el visor cuando el usuario se acerque a las piezas. El brazalete reconocerá la pieza por medio de un sistema de señales que permitirán tener las piezas del museo conectadas con el sistema visualizador.

5. Si el usuario accede al reto y presiona la opción <<aceptar>>, entonces comienza un juego.

6. Al presionar el botón aceptar el sistema desplegará un mensaje en el visor con las instrucciones del juego, posteriormente comenzará una breve introducción al juego contando una historia que dará sentido al reto.

7. En éste caso explicaremos el juego de “la leyenda de los 5 soles”, el cual consiste en pasar por 5 niveles (5 soles), en los cuales el usuario debe encontrar piezas relacionadas con la leyenda.

8. Al terminar el video introductorio, el sistema desplegará en el visor la pregunta o el reto a superar en ese nivel, las pistas y tres opciones a escoger, de las cuales una será la correcta y el pase al siguiente nivel. El usuario solo tiene dos oportunidades, de lo contrario el juego termina.

9. Las tres opciones serán tres piezas que se encontrarán en la sala mexicana, por lo que el usuario tendrá que buscar la pieza correcto y recibir la señal que lo hará pasar al siguiente nivel, a través del brazalete, cabe destacar que el usuario tendrá disponible en todo momento las tres opciones visibles en el brazalete, así como su ubicación dentro del museo.



Figura 1.10 Brazalete del concepto OLIN

10. Una vez que el usuario haya identificado la pieza correcta, éste tendrá la oportunidad de manipular la pieza en realidad aumentada de acuerdo al movimiento de sus brazos durante diez segundos, transcurrido éste tiempo la pieza desaparecerá para dar paso al siguiente nivel.

11. Finalmente el usuario llegará al quinto sol, encontrándose con la piedra del sol, donde podrá identificar, como la leyenda está plasmada en dicha piedra.

12. Después de finalizar el juego el sistema invitara al usuario a seguir su recorrido por el museo, brindara información relevante de las piezas, esta información se desplegará en el visor cuando el usuario se acerque a las piezas. El brazalete reconocerá las piezas por medio de un sistema de señales que permitirán tener las piezas del museo conectadas con el sistema visualizador.

13. Es importante mencionar que, en cada sol o nivel el usuario tendrá como incentivo la representación de un personaje en su visor, el cual será de mayor rango de acuerdo al nivel en que se encuentre.

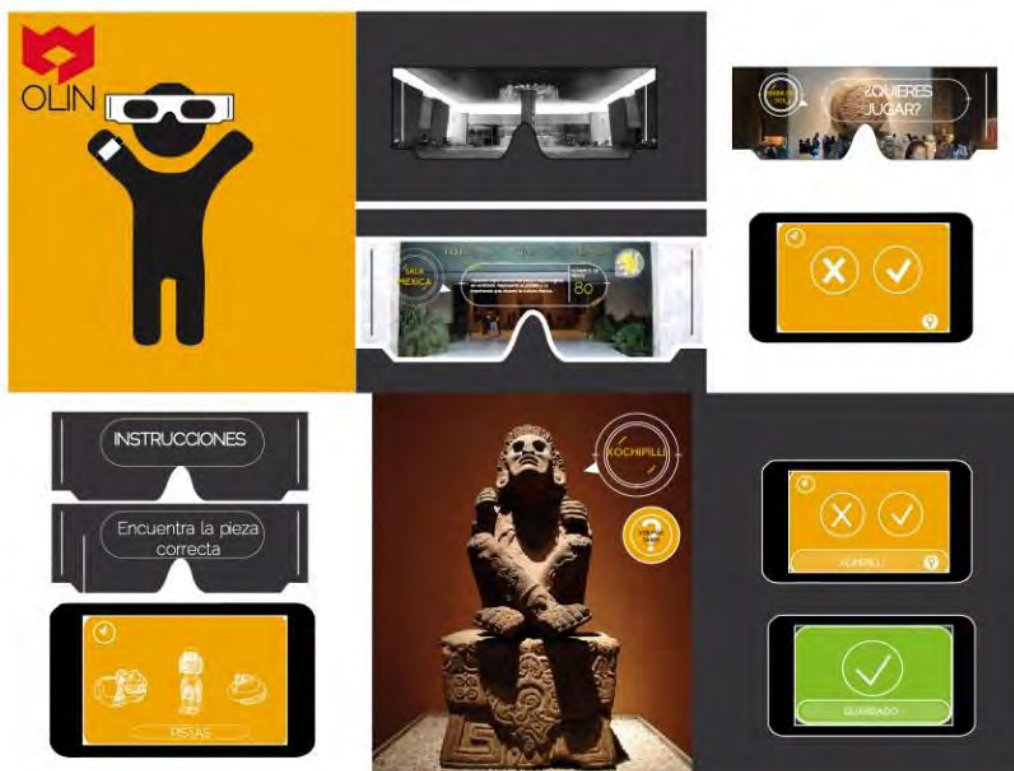


Figura 1.11 Concepto OLIN

Se realizaron 5 pruebas de concepto, los resultados fueron positivos y de acuerdo con lo esperado, todos los grupos resultaron participativos y con ánimo de realizar el juego, algunos niños quizá por su personalidad eran tímidos, sin embargo, cuando realizaron la prueba 5 donde se mostraban las imágenes en 3D, los participantes se mostraron optimistas y alegres.

La retención que presentaron los niños con la leyenda de los cinco soles fue exitosa, ya que en la prueba 3 y 5 donde no se contaba la historia tuvieron un mayor número de errores cuando se les pedía recordar a los personajes.



# *CAPÍTULO 2*

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En este capítulo se describirá el objetivo de la tesis, así como los alcances del proyecto. Se detallará de manera general, las actividades principales llevadas a cabo durante el desarrollo del proyecto, las cuales serán explicadas puntualmente en los capítulos posteriores. Asimismo, se enlistará a los integrantes del proyecto y sus funciones dentro del equipo.

## 2.1 Objetivo

En este trabajo se detallará el proceso, para diseñar un sistema que guíe al usuario a través de las piezas del museo; por medio de un discurso inmersivo, despertando el interés del usuario por el contenido.

De esta forma se pretende hacer que el usuario relacione lo que ve en el museo con un trasfondo histórico, generando identidad en sí mismo, tal que el usuario tenga la capacidad de transmitir su experiencia y así preservar lo que significa el museo. Partiendo de la pregunta ¿Cómo hacer para que el usuario se interese en el contenido? la cual, al avanzar en la investigación se transformó en ¿Cómo mostrar el contenido para que el usuario se interese en él?, pregunta que nos llevara a decretar alternativas de solución.

## 2.2 Alcances

Los alcances de esta tesis son: establecer un concepto, que sea aplicable a los museos del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Este concepto deberá guiar al visitante por todas las piezas del museo; desarrollar un prototipo funcional que muestre el funcionamiento del concepto; realizar pruebas que demuestren que el concepto, tiene un impacto positivo sobre el visitante y el museo.

## 2.3 Proceso

En esta parte se precisarán las actividades principales realizadas durante el segundo semestre del curso Productos Innovadores, y del cual, se basa esta tesis.

## *CREACIÓN DE PROTOTIPOS PARA GENERAR NUEVO CONCEPTO*

Para establecer el nuevo concepto se desarrollaron prototipos. Los cuales, están detallados en la sección 4.1 Generación de alternativas de solución.

Y estos prototipos están basados en la investigación realizada a lo largo del curso Productos Innovadores y ésta se presentada en el Capítulo 3. Síntesis de la información.

## *NUEVOS CONCEPTOS*

Después de generar los prototipos, se establecieron dos conceptos. Los cuales, se detallan en el Capítulo 4. Específicamente en la sección 4.1.1 Conceptos Generados.

Posteriormente se analizó y comparó cada concepto para decidir el concepto final. Este proceso se describe en el subcapítulo 4.2 Evaluación y selección

## *PRODUCTO FINAL*

Finalmente, al estableces el concepto final. Se diseñó un producto que ejemplifica al concepto. Este producto se detalla a lo largo del Capítulo 5. Diseño conceptual.

En el Capítulo 6. Implantación y pruebas. Se describen las pruebas realizadas con usuarios, para validar o refutar el producto.

## 2.4 Equipo de trabajo

Para desarrollar este proyecto se estableció un grupo interdisciplinario. A continuación, se enlistarán a los integrantes de este grupo y sus principales actividades dentro del proyecto.



Alfredo Marmolejo Santiago  
Facultad de Contaduría y Administración. UNAM  
Administración

Responsabilidades: Gestión de ideas, elaboración de reportes técnicos y presentaciones, generación y aplicación de pruebas y construcción de prototipos de función limitada y producto final.



César Abraham Luna Estrada  
Facultad de Ingeniería. UNAM  
Ingeniería Mecánica

Responsabilidades: Gestión de ideas, elaboración de presentaciones, generación y aplicación de pruebas y construcción de prototipos de función limitada y producto final.



Fabián Pradel Jurado  
Facultad de Ingeniería. UNAM  
Ingeniería Mecatrónica

Responsabilidades: Gestión de ideas, aplicación de pruebas, diseño de interfaz y construcción de prototipos de función limitada y producto final.



Manuel Sánchez Pérez

Facultad de Contaduría y Administración. UNAM  
Administración

Responsabilidades: Gestión de ideas, elaboración de reportes técnicos, aplicación de pruebas y construcción de prototipos de función limitada y producto final.



Jaqueline Salgado Porras

Facultad de Arquitectura y Diseño. UAEM  
Diseño Industrial

Responsabilidades: Gestión de ideas, aplicación de pruebas y construcción de producto final.



Juan Antonio Ramírez Méndez

Centro de Investigaciones de Diseño Industrial. UNAM  
Diseño Industrial

Responsabilidades: Gestión de ideas, elaboración de presentaciones, aplicación de pruebas, diseño de producto final y construcción de prototipos de función limitada y producto final.



Marco Antonio Trujillo Romero  
Facultad de Arquitectura y Diseño. UAEM  
Diseño Industrial

Responsabilidades: Gestión de ideas, aplicación de pruebas y construcción de producto final.



Marisol Belmont Hernández  
Centro de Investigaciones de Diseño Industrial. UNAM  
Diseño Industrial

Responsabilidades: Gestión de ideas, elaboración de presentaciones, generación y aplicación de pruebas, diseño de producto final y construcción de prototipos de función limitada y producto final.



Paula Lidia Berrio Herrera y Cairo  
Facultad de Ingeniería. UNAM  
Ingeniería Mecánica

Responsabilidades: Gestión de ideas, aplicación de pruebas y construcción de prototipos de función limitada y producto final.

# *CAPÍTULO 3*

## SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo se expondrá toda la investigación realizada durante las tres etapas del proyecto. Por ejemplo, las nuevas tecnologías y como se han empleado dentro de los museos. Posteriormente, se contextualizará la situación actual de los museos en la Ciudad de México, principalmente en los museos del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Por último, se planteará el escenario y los personajes a los que va dirigido este proyecto. Asimismo, se compararán las soluciones existentes y se resumirán los datos más relevantes expuestos en el subcapítulo Información de Contexto.

### 3.1 Soluciones actuales

Los museos, en estos últimos años, han ido modificando progresivamente sus funciones introduciéndose cada vez más en las actividades didácticas, educativas y hasta en aspectos estéticos.

Todos los aspectos y nuevas actividades son destinados para los diversos usuarios del museo y aun cuando su oferta se suele centrar (normalmente pero no siempre) en los niños y jóvenes, su acción en realidad se orienta a todo tipo de público.

Los museos deben evolucionar en todo lo posible para mantenerse dentro de un aspecto de modernidad que cause interés al público visitante; sin embargo, estos aspectos de evolución deben ser buscados por los museos sin llegar a distorsionar su esencia, la cual es presentada por el tipo de museo y exposición, que puede perderse en un contraste de aspectos conservadores, modernistas y tecnológicos.

Estas tendencias o aspectos de cambio son aplicados por los museos, para lograr un avance y fortalecerse como institución, ofreciendo a sí mismos y a sus visitantes una nueva experiencia.

#### 3.1.1 Tendencias Didácticas

Hay que dirigirse al público con mensajes diferenciados. No todas las personas tienen la misma capacidad de comprensión. Por ello para alcanzar y llegar a la atención de diversos públicos, se debe obviar en lo posible toda referencia que sirva para la comprensión de lo presentado. Todo eso facilitaría la comprensión acercando la atención del visitante a cada tema sin aburrirlo ni agobiarlo.

El público debe poder comprobar que ha aprendido cosas. Este factor es muy importante, ya que es grato para el visitante darse cuenta de



que ha podido aprender algo nuevo con su visita; y esto le da valor a la experiencia.

Hay que dirigirse a cada segmento de público de forma diferente. Aquí se hace referencia al hecho que, no todos los sectores del público son iguales. Hay públicos que van desde el profesor o científico, hasta un abuelo que va con su nieto a visitar el museo. Para esto se deben presentar recursos y contenidos a todos los niveles de comprensión llamando su atención; esto no significa que deban presentarse diferentes elementos para cada público, sino que puede presentarse algo que todo público pueda apreciar y que permita ampliar sus conocimientos a aquellos que lo necesiten o lo deseen.

La visita siempre debería contener una cierta opcionalidad. A todos nos gusta elegir y en este caso siempre son mejores los circuitos de recorridos abiertos que cerrados. Lo cerrado genera ansiedad por terminar, por salir del circuito y por lo mismo no se logra apreciar la exposición como se desearía. Por otro lado, los circuitos abiertos le dan la sensación al visitante, de que controla la situación, sobre todo si van acompañados de niños. En este aspecto lo peor para el visitante, son las largas galerías o salas que llevan a otras galerías y que, de salir de ahí se puede perder el hilo de la exposición o el interés por seguir, pues esto se puede volver un recorrido tedioso. Una opción razonable es que, a pesar de presentar al visitante un recorrido abierto, existe cierta dirección dentro de la exposición, aunque ésta pase prácticamente desapercibida.

### 3.1.2 Tendencias tecnológicas

- ✚ Iluminación, este aspecto es una pieza más de exposición. La iluminación, aunque ha estado presente prácticamente desde el inicio de los museos, ha ido evolucionando y presentándose de diferentes formas, convirtiéndose en uno de los aspectos visuales más importantes que atrae al público, principalmente de forma indirecta. La presencia de luz puede causar interés en el visitante o de igual forma puede alejarlo, este aspecto no solo se debe presentar para visualizar y enfocar la exposición, también se puede usar para generar un recorrido agradable o hasta divertido que forme parte de la experiencia del visitante.
- ✚ Conservación y exposición, esto es el cuerpo del museo. La presencia y el estado de la exposición es uno de los factores que hacen del museo lo que es; las piezas que el visitante llega a apreciar pueden tanto alejarlo como atraerlo más hacia estas. Estos puntos son variantes en muchas ocasiones por el tipo de museo y principalmente

por los recursos con los que cuenta. La exposición es el factor de interés para el visitante, que puede o no hacer que el museo pueda considerarse como atractivo.

- ✚ Museo virtual. Una configuración tecnológica que permite una nueva experiencia. Esto ha ido evolucionando junto con los museos, uniéndose para ofrecer al visitante una nueva experiencia, que busca más que solo una percepción visual o un aspecto de aprendizaje. Este aspecto tecnológico, puede presentarse con diversos elementos que ya sean enfocados al visitante o al museo, permiten su modernización, buscando su permanencia y atrayendo diversos públicos (principalmente las nuevas generaciones). Dentro de esto, es importante que el museo logre seguir con su esencia y que no se pierda mostrando una combinación de elementos antiguos y modernos; debe encontrarse un equilibrio en la aplicación de la tecnología para obtener y ofrecer esa nueva experiencia.
- ✚ Sonido. Un elemento que puede complementar la exposición. El público agradece cualquier aspecto extra que forme o fortalezca su experiencia, y el sonido es un elemento clave para esto. Los aspectos físicos de un recorrido hacen y forman la experiencia que se quiere, hasta cierto punto, transmitir; pero esos aspectos que se pueden presentar como invisibles, inconscientemente son en ocasiones la clave para completar dicha experiencia. El sonido es utilizado, en ocasiones, para completar o dar información de la exposición, y esto es una manera de interesar y facilitar al visitante su recorrido; de igual forma el sonido es utilizado para ambientar la exposición, con lo que se puede lograr que el visitante se vea ubicado y envuelto imaginariamente en la exposición, ofreciéndole una experiencia más real. Este elemento puede encontrarse tanto intencional como inconscientemente, pero cuando este logra ser percibido, se vuelve parte de la exposición siendo apreciado y valorado por el visitante.

### 3.1.3 Ejemplos del uso de las tecnologías en los museos.

Museo de ciencia de Nueva York.

En este museo se encuentra la exhibición *Mundos Conectados*. La exposición sumerge a los visitantes en un mundo animado donde sus acciones -gestos, movimientos y decisiones- tienen un impacto en la preservación del equilibrio ecológico. Existen seis entornos: selva, desierto, pantano, valle de montañas, reserva de agua y llano. Cada entorno posee sus propios árboles, plantas y animales, pero comparten un suministro común

de agua. Los entornos son alimentados por una cascada central que es proyectada a 11 metros de alto en las exposiciones y fluye a través de un panel interactivo de 700 metros cuadrados. Mientras interactúan con la exposición, los visitantes exploran la interconexión de los diferentes entornos y experimentan con las acciones individuales o colectivas pueden tener un impacto.



Figura 3.1 Exhibición Mundos Conectados

Mientras los visitantes exploran y juegan, sus acciones tienen, tanto efectos a cortos como a largo plazo sobre los entornos digitales. Estos efectos están basados en los conceptos principales de ciencia de la sustentabilidad incluyendo ciclos de realimentación y equilibrio en entornos dinámicos.

Los entornos simulados de la exposición fueron creados por *Design I/O*. La experiencia de cambio en los entornos, está controlada por sistemas de detección de gestos y seguimiento de posición, así como también, por bases de datos globales, ambientales y sociales. ("NYSCI | Connected Worlds", 2016)



Figura 3.2 Adultos y niños interactuando en la exhibición Mundos Conectados



Figura 3.3 La exposición cuenta con un sistema que detecta los gestos de la mano

## Museo Nacional de la Segunda Guerra Mundial en Nuevo Orleans

El museo cuenta el documental *Más allá de Todas las Fronteras*. Una película que cuenta las causas de la guerra, su desarrollo y los trágicos daños que causó.

Un espectáculo magnífico y móvil que explota en una pantalla de 40 metros de ancho, *Más allá de Todas las Fronteras* es mucho más que una película. La atracción combina educación con entretenimiento, en sus emocionantes e inspiradoras escenas.



Figura 3.4 Documental Más allá de Todas las Fronteras

El espectáculo es anunciado como una experiencia 4D y se refiere a las utilerías que aparecen en escena. Como escuchar una transmisión de radio de 1940, una torreta o una torre de guardia de un campo de concentración, como se observa en la Figura 3.4, las cuales emergen del suelo en el momento preciso. Durante el espectáculo puedes sentir nieve cayendo del techo, mientras transcurre La Batalla de las Ardenas.

Podrás sentir el movimiento de los asientos, simulando la pirotecnia. La pantalla central se forma por pequeñas pantallas, generando una pantalla curva y dando un efecto de imágenes 3D. ("The Nacional WWII Museum | New Orleans: VISIT: Beyond All Boundaries", 2016)



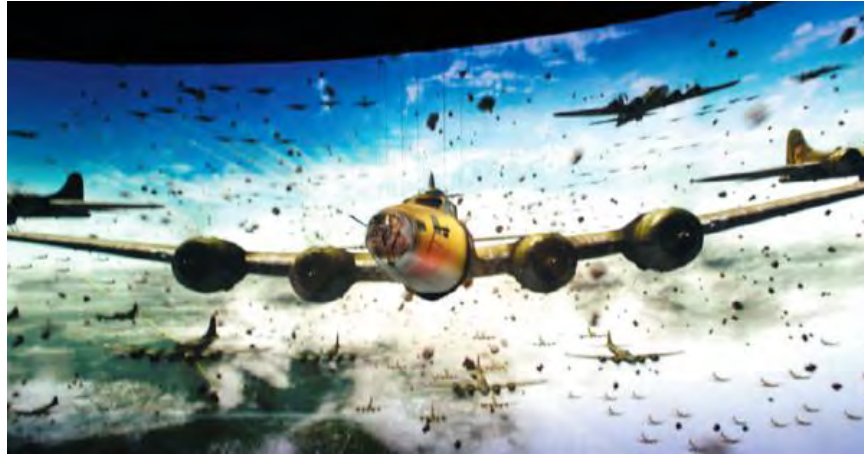


Figura 3.5 El documental brinda una experiencia 4D

### Museo del Holocausto en Illinois

El museo exhibe el holograma del sobreviviente de Holocausto Aaron Elster. Elster habla con regularidad a grupos en el Museo del Holocausto en Illinois y el Centro de Educación en Skokie, donde él es el vicepresidente. Pero Elster sabe que la era de conferencias en persona de sobrevivientes del Holocausto empieza a desaparecer. Elster es uno de los sobrevivientes más jóvenes, aunque no está seguro de su edad. Elster tiene entre 82 ó 83 años.



Figura 3.6 Sala para generar el holograma de Pinchas Gutter

Elster espera preservar su legado a través de una nueva tecnología que está siendo probada en el museo: una representación holográfica de los sobrevivientes del Holocausto, que usa un sistema de inteligencia

artificial, parecido a *Siri*, que permite a los visitantes de museo conversar con sobrevivientes holográficos. En efecto, la tecnología permitirá a Elster y a sus compañeros, seguir atrayendo visitantes a sesiones de pregunta-respuesta durante décadas.



*Figura 3.7 Holograma de Pinchas Gutter*

El programa inicio con el sobreviviente del Holocausto Pinchas Gutter, quien pasó años trabajando en un campo de concentración en Polonia tras mentir sobre su edad, para evitar la ejecución. Gutter de 82 años, voló de su casa en Toronto a Los Angeles, donde estuvo cinco días contestando a 1,800 preguntas sobre su experiencia del Holocausto, rodeado por miles de luces y cámaras. El proyecto fue desarrollado por investigadores de la Universidad del Sur de California. (Hendershot, 2015)

#### Museo de Historia Natural de Londres

El tradicional paseo en un museo está siendo transformado al entregar a los visitantes un visor de realidad virtual que les permite experimentar bucear junto a gigantescos escorpiones de mar y temibles gusanos antiguos.

La exhibición de la gran barrera de coral por David Attenborough, transporta a los visitantes más de 500 millones de años atrás, gracias al uso de la realidad virtual. Los fósiles de la vasta colección del museo cobran vida con la ayuda de auriculares y un visor que contienen un Galaxy Samsung S6, el cual genera la realidad virtual.



Figura 3.8 Un vistazo a la vida marina de hace 500 millones de años

La exposición comprende una sesión inmersiva de 15 minutos. Los usuarios son capaces de mirar alrededor, en cualquier dirección que elijan y ver un entorno submarino a detalle, al usar el visor *Samsung Gear VR*.

La exposición incluye a criaturas extintas basadas en la propia investigación y colección del museo. Como es el caso del temible *Anomalocaris* y al gusano de espigas *Hallucigenia*. Sir Michael Dixon, director del museo, mencionó “Esta experiencia es un vistazo a lo que era la vida bajo la Tierra”. (“Virtual reality headsets bring ancient museum specimens to life”, 2015)







Figura 3.9 Sir Michael Dixon, director del Museo de Historia Natural de Londres



### 3.1.3.1 Análisis de información

A continuación, se realizará un análisis comparativo entre las diferentes tecnologías expuestas en el apartado anterior.

Tabla 3.1 Tabla comparativa de exhibiciones

Nombre	Características	Inconvenientes
 <p>Exhibición Mundos Conectados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interactiva</li> <li>- Atractiva</li> <li>- Intuitiva</li> <li>- Didáctico</li> </ul>	<p>No es atractivo para adultos</p>
 <p>Documental 4D Más allá de todas las fronteras</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Envolvente</li> <li>- Formativo</li> <li>- Atractivo</li> <li>- Intrigante</li> </ul>	<p>Requiere de instalaciones especiales</p>
 <p>Holograma de sobreviviente del Holocausto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Innovador</li> <li>- Atractivo</li> <li>- Constructivo</li> <li>- Sorprendente</li> </ul>	<p>Sistema complejo tanto para crear el holograma, como para la inteligencia artificial</p>
 <p>Buceo por la gran barrera de coral</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Envolvente</li> <li>- Hiperrealista</li> <li>- Educativo</li> <li>- Asombroso</li> </ul>	<p>Es costoso tener un visor para cada visitante</p>

En la Tabla 3.1 realizamos una comparación entre las diferentes exhibiciones y enlistamos las características que las hacen tan atractivas, para los visitantes. En la última columna mencionamos su principal inconveniente para ser implementada en los museos del INAH. Finalmente consideramos las características que poseen, para desarrollar nuestros conceptos presentados al INAH, estos conceptos se precisarán en el apartado 4.1 Generación de alternativas de solución.

### 3.1.4 Opciones de solución

Entre las alternativas tecnológicas para nuestro proyecto, tuvimos en cuenta los siguientes avances tecnológicos que han aparecido y estarán completamente en uso para 2025:

#### Hologramas en 3D:

Técnica especial de producción de fotografías tridimensionales de un objeto. Es una fotografía realizada con luz láser e impresa en una película sensible que crea los objetos en relieve, la imagen parece suspendida en el espacio.

Si se mueve esa imagen, a su vez, se ve desde una perspectiva diferente, como si se estuviera ante un objeto real. La sensación de realidad que es la característica de este tipo de imagen se debe a que es un registro exacto de ondas luminosas que son reflejadas por el objeto. Esto es porque cuando se reconstruye la imagen, refleja la luz igual que el objeto original. Para realizar un holograma se utiliza la técnica holográfica que, como es un proceso fotográfico, utiliza lentes y espejos para dirigir y enfocar el haz de luz del láser. La imagen del objeto se asienta sobre una placa recubierta de una emulsión química que es sensible a la luz.

Así se expone a la luz directa del láser como a la luz reflejada por el objeto. En los puntos en que coinciden los dos haz de luz dentro de la emulsión se producen cambios químicos que registran la imagen del objeto. Cuando se revela la placa holográfica, aparece la fotografía en relieve. ("Hologramas De Física II", 2016)

#### Sistema háptico

Se le denomina háptica a las percepciones táctiles que se realizan de manera activa y voluntaria, de modo que es necesario el uso propositivo de dedos y manos durante el descubrimiento de objetos en nuestro entorno para poder afirmar que se está usando el sentido háptico.

La definición anterior puede generar confusión respecto a otro concepto, que es el tacto, la diferencia es que este último sucede de dos maneras: activa (háptica) o pasiva.

Por lo general, el concepto de háptica se usa para referirse específicamente al sentido del tacto; sin embargo, una percepción háptica

está relacionada con el sentido del tacto ya mencionado y a la sensación o percepción que una persona tiene en relación al movimiento de su cuerpo, la cual es denominada como kinestesia.

Un dispositivo háptico es más complicado de fabricar que los dispositivos visuales o auditivos, ya que el sistema háptico del cuerpo humano es bidireccional; es decir, no solamente siente al mundo (los objetos que nos rodean), sino que también lo afecta; por ejemplo, cuando una persona toca un objeto, por lo general ese objeto tiende a moverse, por consiguiente, cambia de posición, estos dos eventos no suceden con los sentidos de la vista y el oído.

Debido a las características del sentido háptico, se puede deducir que cualquier dispositivo háptico que se desee desarrollar deberá tener contacto continuo con el usuario, ya que no es posible que una persona reciba un estímulo de su sentido háptico a distancia. (Cortés Dueñas, García Ruiz & Acosta Díaz, 2010)

#### Realidad Aumentada

La realidad aumentada es el término que se usa para definir la visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, combinado con elementos virtuales; para la creación de una realidad mixta en tiempo real.

Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, se trata de añadir una parte sintética virtual a la realidad. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, ya que esta no sustituye la realidad física, sino que sobreimprime los datos informáticos al mundo real.

La realidad aumentada de investigación explora desde la aplicación de imágenes generadas por ordenador en tiempo real hasta secuencias de vídeo como una forma de ampliar el mundo real. La investigación incluye el uso de pantallas colocadas en la cabeza, una pantalla virtual situado en la retina para mejorar la visualización y la construcción de ambientes controlados a partir de sensores y actuadores. La realidad aumentada ofrece infinidad de nuevas posibilidades de interacción, que hacen que esta esté presente en muchos y diversos ámbitos, como son la arquitectura, el entretenimiento, la educación, el arte, la medicina o las comunidades virtuales.

Actualmente, la mayoría de aplicaciones de realidad aumentada para proyectos educativos se usan en museos, exhibiciones, parques de

atracciones, entre otros, ya que su costo no es lo suficientemente bajo para que puedan ser empleadas en el ámbito doméstico. (Gifreu Castells, 2013)

## Interfaz Natural de Usuario

La interfaz natural de usuario o NUI (por sus siglas en inglés) es aquella en la que se interactúa con un sistema, aplicación, etc. Sin utilizar sistemas de mando o dispositivos de entrada de las GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) como sería un ratón, teclado alfanumérico, lápiz óptico, *touchpad*, *joystick*, entre otros. Y en su lugar, se hace uso de movimientos gestuales tales como las manos o el cuerpo es el mismo mando de control, en el caso de pantallas capacitivas multitáctiles la operación o control es por medio de las yemas de los dedos en uno o varios contactos, también se está desarrollando control de sistemas operativos por medio de voz humana y control cercano a la pantalla, pero sin tocarla.

Uno de los dispositivos más conocidos que emplea esta NUI es el Kinect, dispositivo que se incorpora a la consola de videojuegos Xbox de Windows. Y permite al usuario una interacción más natural, pero debido a los beneficios que presenta Kinect, este ya es usado para el desarrollo de aplicaciones que permiten la detección de comandos de voz, gestos y movimientos.

La configuración óptica Kinect es lo que le permite seguir tus movimientos en tiempo real. Es ridículamente compleja y compuesto de tecnología que ha estado disponible desde hace 15 años, pero permite efectos y funciones que sólo han estado disponibles a un costo enorme, hasta hace muy poco.

Está constituido de dos partes principales: un proyector y una cámara de infrarrojos VGA. El rebote de un haz de láser en todo el campo de juego, es lo que permite que la cámara capte cuando te separas de tu sofá en lo que se llama un "campo de profundidad." Básicamente se trata de que Kinect recibe este haz de luz como infrarrojos que varían en mayor o menor grado de color dependiendo en lo cerca que están en el sistema. De esta manera aparecen los cuerpos como rojo, verde, etc., y las cosas más lejanas aparecen en gris.

El software toma esta imagen y lo ejecuta a través de una serie de filtros para que Kinect puede calcular lo que es una persona y lo que no. El sistema sigue un sistema de directrices, como "una persona tiene dos brazos y dos piernas" para separar lo que es la mesa del salón o un perro.

También les enseña a ser capaz de seleccionar si estás usando ropa holgada o si tienes el cabello sobre sus hombros.

Una vez que se ordena la información, convierte la identificación de las partes del cuerpo en un esqueleto en movimiento. Kinect está precargado con 200 poses comunes del ser humano, de manera que pueden llenar los espacios en blanco si haces alguna acción que oculte la vista de la cámara a tu esqueleto. El único inconveniente es que los dedos no se asignan de forma **individual sobre el esqueleto**. (“Developing with Kinect”, 2016)

### 3.2 Información de contexto

El Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) investiga, conserva y difunde el patrimonio arqueológico, antropológico, histórico y paleontológico de la nación con el fin de fortalecer la identidad y memoria de la sociedad.

El INAH tiene plena facultad normativa y rectora en la protección y conservación del patrimonio cultural tangible e intangible, y se encuentra a la vanguardia gracias a su nivel de excelencia en investigación y en la formación de profesionales en el ámbito de su competencia.

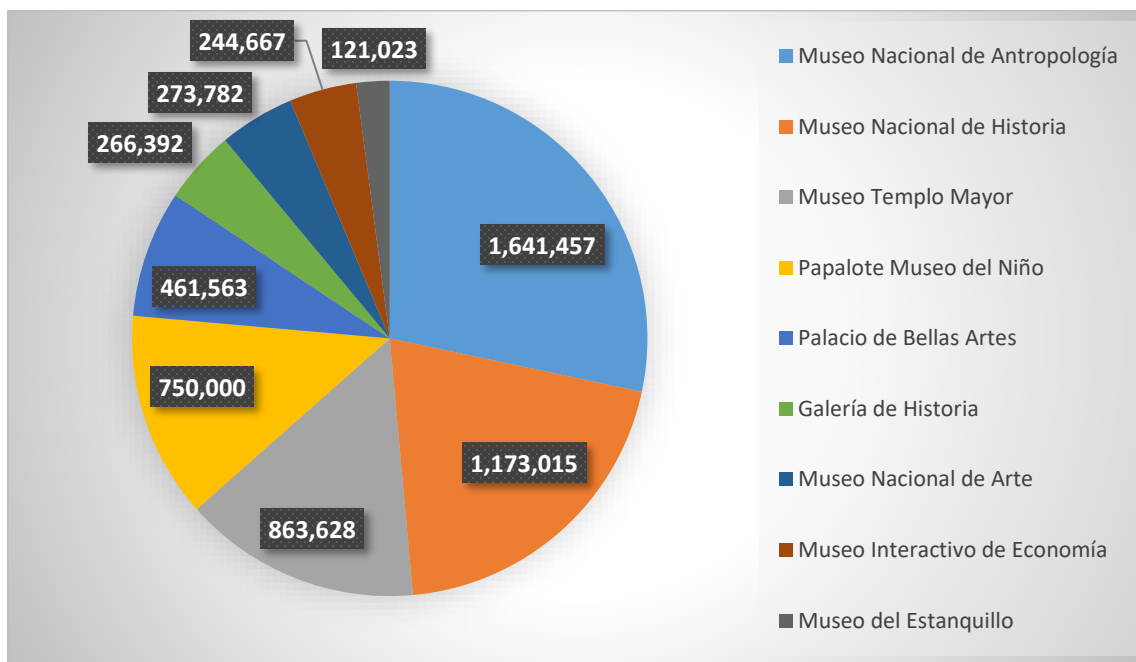
Sus actividades tienen alto impacto social, pues junto con los diferentes niveles de gobierno y sociedad participa en la toma de decisiones para la conservación y conocimiento del patrimonio, y de la memoria nacional.

El INAH, es el organismo del gobierno federal fundado en 1939, para garantizar la investigación, protección y difusión del patrimonio prehistórico, arqueológico, antropológico, histórico y paleontológico de México. Su creación ha sido fundamental para preservar nuestro patrimonio cultural.

La red de museos del INAH está integrada por 114 espacios, 6 salas de diversos tipos, las cuales son: exposiciones, introducción, interpretación y de homenaje, y 1 museo virtual, dando un total de 121 recintos que dan cuenta de un pasaje de la historia nacional o estatal, o bien que refuerzan los conocimientos sobre una localidad, un sitio histórico o arqueológico importante. De los cuales, doce se encuentran en la Ciudad de México.

Con el objeto de conocer mejor los públicos que asisten a los museos de la Ciudad de México, la Coordinación Nacional de Estrategia y Prospectiva del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), ha desarrollado un programa de encuestas. En este estudio participaron un total de 10,909 personas, de las cuales el 42.8% eran hombres y el 57.2% mujeres.

Tabla 3.2 Cantidad de personas en los museos más visitados de la Ciudad de México ("Estadística de Visitantes", 2008)

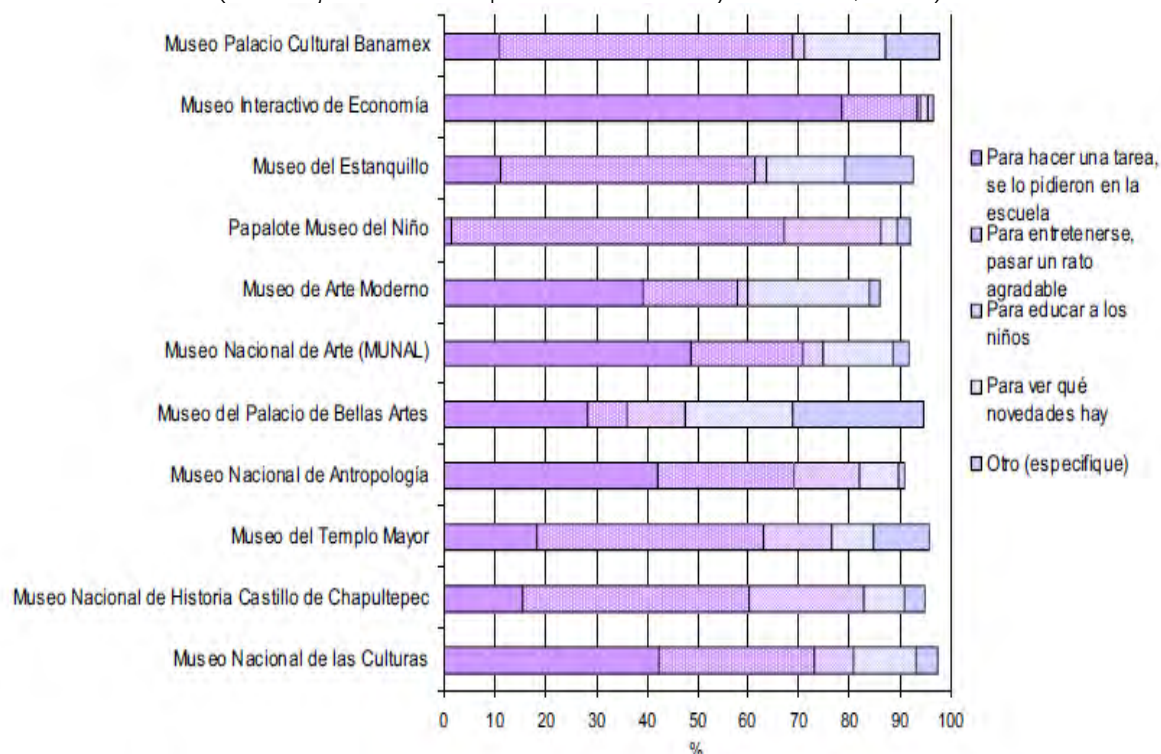


En la Tabla 3.2 observamos la cantidad de personas que visitaron los museos más concurridos durante el 2008. Siendo el Museo Nacional de Antropología el más visitado y el Museo del Estanquillo, el que menos asistencia presentó.

En la Tabla 3.3 se denotan las principales razones de la visita al museo y en la parte inferior se muestra el porcentaje de personas. Por tanto, hacer la tarea porque se lo pidieron en la escuela representa 78.4% de las respuestas en el Museo Interactivo de Economía, seguido del Museo Nacional de Arte (MUNAL) con 48.6%, el Museo de las Culturas con 42.3% y el Museo Nacional de Antropología con 42.1%.

Por otro lado, pasar un rato agradable obtiene la mayor proporción en el Papalote con 65.4%, seguido del Palacio Cultural Banamex con 57.9% y el Estanquillo con 50.3%.

Tabla 3.3 Principal razón de la visita al museo  
(Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2008)



En la Tabla 3.4 se muestra el tiempo de estadía de los visitantes en cada museo y se remarca en cuadros rojos el lapso de tiempo con mayor porcentaje de personas.

Siendo el Papalote, el museo donde mayor cantidad de sus visitantes permanecen por más de 3 horas. Mientras que, en el Museo del Estanquillo gran parte de sus visitantes permanece menos de 1 hora. También es importante notar que, a excepción del Papalote, la visita al museo dura en promedio menos de 2 horas.

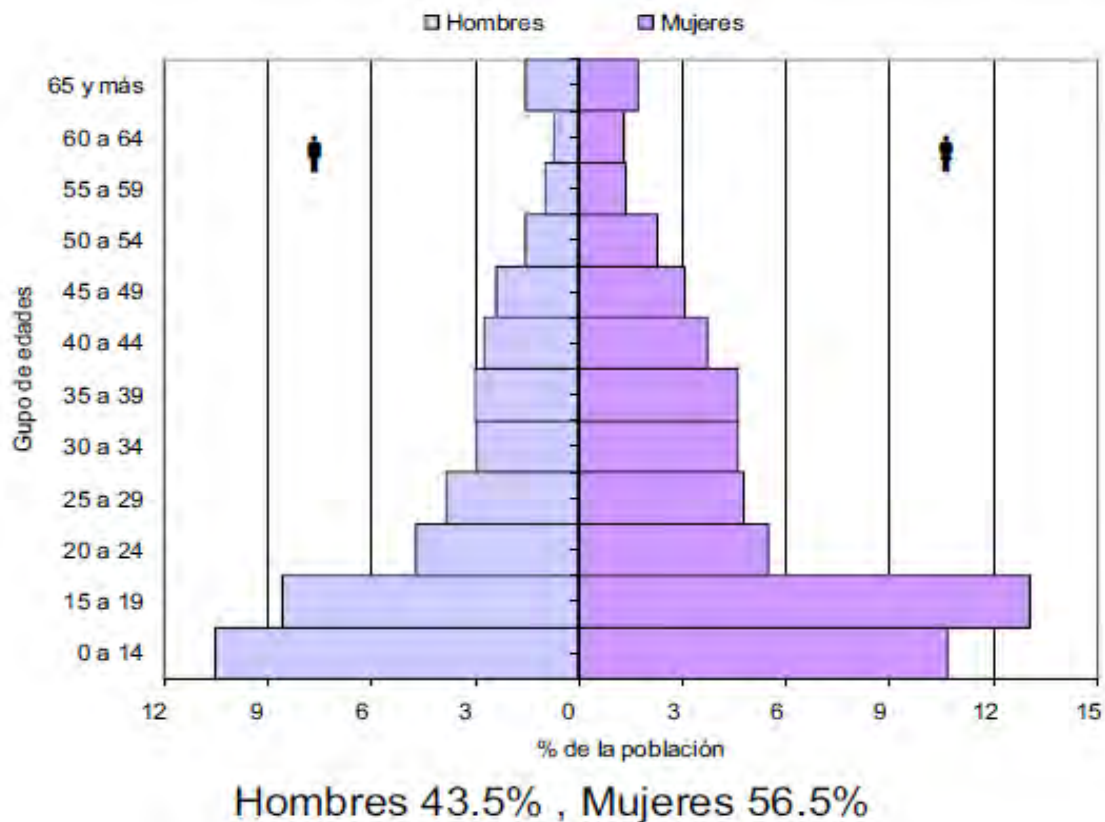
En la Tabla 3.5 se observa que el mayor porcentaje de hombres y mujeres que visitan los museos del INAH tienen 19 años o menos. La diferencia es que la mayor parte de los hombres tiene 14 años o menos, por lo tanto, hablamos de estudiantes de primaria y secundaria. Mientras que gran parte de las mujeres tienen entre 15 y 19 años, entonces tenemos a estudiantes de preparatoria y universidad.



Tabla 3.4 Duración de la visita por museo  
(Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2008)

Museo	De 30 minutos a					No sabe	Total
	Menos de 30 minutos	De 30 minutos a 1 hora	De 1 hora a 2 horas	De 2 horas a 3 horas	Más de 3 horas		
Museo Nacional de las Culturas	21.3	41.5	29.1	7.1	1.0	100.0	
Museo Nacional de Historia Castillo de Chapultepec	14.3	29.9	37.3	14.5	3.9	0.3	100.0
Museo del Templo Mayor	3.5	35.3	46.4	13.0	1.8	0.1	100.0
Museo Nacional de Antropología	5.6	20.9	39.6	24.4	9.5	100.0	
Museo del Palacio de Bellas Artes	15.8	47.0	34.3	3.0		100.0	
Museo Nacional de Arte (MUNAL)	15.8	49.0	26.3	8.0	1.0	100.0	
Museo de Arte Moderno	21.5	49.3	21.3	6.8	1.0	0.3	100.0
Papalote Museo del Niño		6.8	14.0	15.5	63.8	100.0	
Museo del Estanquillo	31.9	30.4	27.1	7.8	2.9	100.0	
Museo Interactivo de Economía	1.3	16.0	42.8	31.3	8.8	100.0	
Museo Palacio Cultural Banamex	25.0	48.8	22.3	3.3	0.5	0.3	100.0
Total	14.5	33.3	32.5	12.6	7.1	0.1	100.0

Tabla 3.5 Visitantes por edad y sexo en los museos del INAH  
(Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2008)





### 3.2.1 Análisis de información

Los siguientes diagramas de polaridad están basados en la información presentada en las tablas 3.2, 3.3 y 3.4. El propósito de los diagramas es mostrar la situación de los museos del INAH, específicamente el Museo Nacional de Antropología, en comparación con otros museos.

Tabla 3.6 Razón de la visita contra número de visitantes anualmente

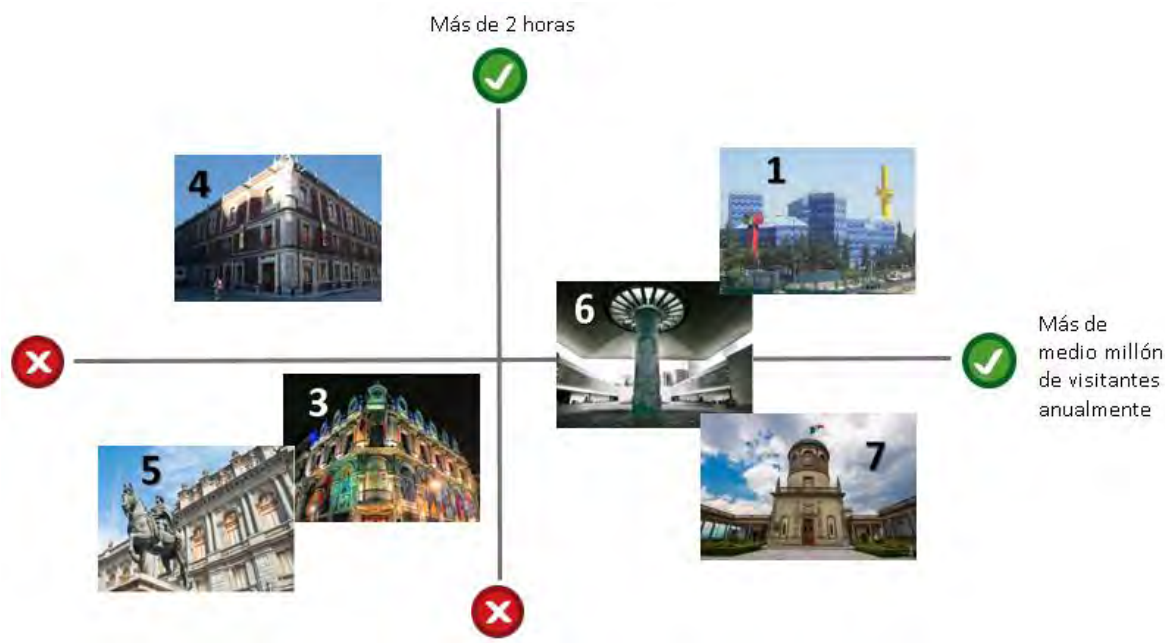
1. Papalote Museo del Niño
2. Museo Palacio Cultural Banamex
3. Museo del Estanquillo
4. Museo Interactivo de Economía
5. Museo Nacional de Arte (MUNAL)
6. Museo Nacional de Antropología
7. Museo Nacional de Historia Castillo de Chapultepec



En el diagrama 3.6 se comparan los museos que tienen más de un millón de visitantes al año contra el motivo de la visita, donde solo se considera entretenerse y hacer la tarea. En la cual podemos observar que, pese a que el Museo Nacional de Antropología recibe más de medio millón de visitantes anualmente (de hecho, es el museo más visitado con más de 2 millones de visitantes), la principal razón de visita es para hacer su tarea.

Tabla 3.7 Duración de la visita contra número de visitantes anualmente

1. Papalote Museo del Niño
2. Museo Palacio Cultural Banamex
3. Museo del Estanquillo
4. Museo Interactivo de Economía
5. Museo Nacional de Arte (MUNAL)
6. Museo Nacional de Antropología
7. Museo Nacional de Historia Castillo de Chapultepec



En el diagrama 3.7 comparamos nuevamente el número de visitantes y la duración de la visita teniendo como referencia más de 2 horas. En esta ocasión, menos de la mitad de los visitantes del Museo Nacional de Antropología permanecen más de 2 horas en el recinto.

Y se observa que, únicamente en el Papalote Museo del Niño y en el Museo Interactivo de Economía los visitantes permanecen más de 2 horas. Y algo característico de estos museos, es la interacción que permiten entre el visitante y el contenido. Por tanto, consideramos esta característica para plantear los conceptos presentados al INAH.

### 3.3 Escenario y personajes

En esta sección se planteará el escenario, para el cual será desarrollado este proyecto; incluyendo los personajes para los cuales va a estar enfocado.

#### 3.3.1 Escenario del Museo en el 2025

Muchas son las especulaciones, acerca de la tecnología que podríamos utilizar en 2025. Y no es de extrañar que muchos dejemos volar nuestra imaginación. Aun cuando solo faltan 9 años, pero hemos visto grandes avances tecnológicos en la última década. Eso hace que cada día sea más difícil prever qué nos depara el futuro, incluso a medio o corto plazo.

Para establecer la tecnología con la que podríamos contar en el 2025. Nos basaremos en las predicciones que han hecho compañías como Microsoft, Panasonic y Samsung. Incluyendo también, los proyectos que muchas empresas están desarrollando actualmente.

##### Hiperconectividad

Diversas compañías como Facebook (con su proyecto Internet.org), Google (con Proyecto Loon), Qualcomm y Virgin (con OneWeb) planean proporcionar conectividad global a todos los seres humanos de la Tierra a velocidades superiores a un megabit por segundo. Cuando lo logren, el número de personas conectados ascenderá de 3 mil millones a 8 mil millones.

##### Internet de las cosas

El internet de las cosas (*The internet of things*), básicamente se refiere a que todas las cosas estén conectadas a internet. Hoy día tenemos *smarthphones*, tabletas, ordenadores, dispositivos multimedia, entre muchos más, pero el internet de las cosas va mucho más allá.

Hoy, sólo el 1% de los objetos del mundo está conectado. Básicamente la hiperconexión consiste en que cada dispositivo que exista a

nuestro alrededor vaya dotado de una dirección de internet, por tanto, capacidad para comunicarse con otros objetos, y de tener relación.

Esa comunicación se hará por muchos medios: WiFi, WiMax, RFID, 3G, LTE, Bluetooth, NFC, entre otros; no solo se habla de dispositivos que hoy ya tienen electrónica, como puede ser una lavadora o un refrigerador, sino de otros que no la tiene como un interruptor, un termostato, un foco, e incluso dispositivos mecánicos.

El desarrollo del internet de las cosas implica que cada vez más las conexiones a internet serán entre máquinas, y no entre personas que se mandan un correo electrónico o mensajería instantánea, y que hará posible que miles de millones de sensores y chips comuniquen los datos que registran, ayudando quizá a regular el tráfico de las ciudades, a medir el consumo de energía del alumbrado público.

Para hacer esto posible, el número de aparatos conectados se multiplicará; en la actualidad, hay conectados a internet entre 8,000 y 10,000 millones de dispositivos, pero, de acuerdo a un estudio realizado por Cisco, en 2020, habrá 4,500 millones de internautas, y el número de dispositivos conectados a internet ascenderá a 50,000 millones, y cada vez que se conecta un nuevo objeto, como un televisor, un coche o un dispositivo médico, el total de conexiones potenciales se incrementa en otros 50,000 millones, ya que cada objeto puede conectarse e interactuar con el resto. Tanto a nivel doméstico como a nivel profesional, el internet de las cosas podría cambiar el mundo tal y como lo conocemos hoy. (Advertorial & Advertorial, 2014)

#### Lentes de realidad aumentada.

Los miles de millones de dólares invertidos por compañías como Facebook (Oculus), Google (Magic Leap), Microsoft (Hololens), entre otras, darán lugar a una nueva generación de pantallas e interfaces de usuario. Con estos visores los usuarios podrán ver hologramas superpuestos en la realidad e interactuar con ellos. Estos visores no solo servirán como un dispositivo con realidad aumentada, también serán capaces de detectar gestos. Por lo que podrás mover tus dedos en el aire, para arrastrar objetos virtuales, darles color, ampliar, hacer más pequeño, entre otras funciones. Todo a base de hologramas y en tiempo real. Los visores asimismo incluirán

reconocimiento de voz por lo que podrás controlar algunas funciones, a través de comando de voz. (Díaz, Posada & Juárez, 2016)

### Inteligencia Artificial

Muchas empresas continúan trabajando en el desarrollar de inteligencia artificial. Como es el caso de Siri en Apple y Cortana en Microsoft. Tal es el caso de IBM con su sistema de inteligencia artificial denominado Watson, en honor al fundador de IBM, Thomas J. Watson.

Watson es capaz de responder a preguntas formuladas en lenguaje natural. Esto gracias a su base de datos proveniente de enciclopedias, diccionarios, artículos de noticia, obras literarias y bases de datos externas. El futuro de esta y de otras inteligencias, es ampliar sus bases de datos y permitir a las personas acceder a estas plataformas. Creando una revolución en el internet, al permitir acceder a una gran base de datos con solo formular una pregunta de forma verbal. De igual forma se prevé que estas inteligencias tengan la capacidad de entablar una conversación y solo basar una relación de pregunta respuesta. (“What is IBM Watson?”, 2016)

Existen muchos otros avances que se pretenden ver en 2025, pero estos son los más relevantes para el desarrollo de este proyecto. Así que ya podemos hacernos a la idea de un museo en 2025.

Como se ilustra en la Figura 3.10, las salas de exhibición contarían con pantallas interactivas gigantes, en donde se podrá exponer el contenido de una forma más interactiva y atractiva para los visitantes. Y en la ilustración 3.11 se pueden apreciar los pasillos, los cuales contarían con pantallas transparentes e interactivas; en las cuales los visitantes podrán recibir información sobre la exposición o realizar preguntas concretas sobre la exposición o el museo.

Los audio-guías serán reemplazados por lentes de realidad aumentada, que proveerán una experiencia sensorial más intensa, y podrán mostrar contenido multimedia y videojuegos; todo esto controlado por comandos de voz y el movimiento de la mano.



Figura 3.10 El futuro según Samsung  
("Vision 2020 | Samsung Electronics | About Us | Samsung", 2016)



Figura 3.11 El futuro según Samsung



### 3.3.2 Personajes

Durante el desarrollo de este proyecto se establecieron diferentes personajes o usuarios para los cuales se planteó el proyecto. El concepto Xiimbal (detallado en el apartado 4.1.1), se desarrolló con base en el siguiente personaje.

#### Cesar Pérez Méndez

Cesar es un niño de 11 años, asiste a la primaria. Algunas de sus preferencias son jugar carritos en la Tablet, en vez de jugar fútbol e ir al cine 4D en su cumpleaños, que cenar con su familia en casa.



*Figura 3.12 Cesar Pérez Méndez*

Cuando visita un museo prefiere los objetos grandes y llamativos, le asombran las nuevas tecnologías, se entretiene con objetos que puede tocar y le gustan los recorridos cortos.

Requerimientos del diseño, información concentrada, atractiva y fácil de leer, experiencia sensorial rápida e intensa e interacción social.

Durante la etapa final del proyecto, se modificó nuestro usuario debido a cambios en los requisitos, por parte del INAH. Dentro de estos cambios, se solicitaba no restringir nuestro producto a un solo sector como eran los niños de entre 8 a 12 años.

Por lo cual, se crearon tres nuevos personajes o usuarios, los cuales no están restringidos por edades. Sino por el nivel de interés que tengan por el contenido. A continuación, se presentan estos personajes.

#### Mario García Álvarez

Mario disfruta jugar videojuegos, escuchar música e ir al cine. No le apasiona visitar frecuentemente un museo, ni leer grandes textos. Mario asiste a un museo aproximadamente una vez cada dos meses. Le gusta dar recorridos cortos y no le fascina leer mucho durante el recorrido, le agrada más mirar simplemente la pieza.

Requerimientos del diseño, información concentrada, envolvente y fácil de leer, experiencia sensorial rápida e intensa.

Adolfo Romero Matías

Adolfo disfruta pasar tiempo con su familia y amigos, caminar en el parque y leer, pero no libros muy grandes. Le interesa visitar museos y asiste generalmente de una a dos veces por mes. Le agrada contemplar todas las piezas y leer la información de cada una, aunque le molestan los cuadros que tiene mucha información.

Requerimientos del diseño, información breve pero detallada, envolvente y fácil de leer, experiencia sensorial intensa y cautivadora.

Mirna Martínez Ochoa

Mirna adora pasar tiempo en el parque leyendo, ir a la Cineteca Nacional, visitar las librerías y caminar en las plazas o parques. A Mirna le gusta visitar museos y va aproximadamente de dos a tres veces por mes. Cuando asiste a un museo le encanta aprender todo sobre el museo, pasa mucho tiempo recorriendo las salas, examinando cada pieza y leyendo cada uno de los recuadros informativos.

Requerimientos del diseño, información detallada y envolvente, experiencia sensorial profunda y atrapante.



# *CAPÍTULO 4*

## DISEÑO CONCEPTUAL

En este capítulo se precisan los prototipos desarrollados durante el curso Productos Innovadores, basados en la investigación presentada en el capítulo anterior. Asimismo, se especificarán los aspectos que se tomaron en consideración para llegar al concepto final.

## 4.1 Generación de alternativas de solución

Los prototipos están fundamentados en la investigación presentada en la sección 3.1 (Soluciones Actuales) y en la sección 3.3 (Síntesis y análisis de información).

### HOLOGRAMAS INTERACTIVOS

La primera propuesta fue el uso de hologramas, teniendo cuenta a Cesar Pérez Méndez personaje descrito en la sección 3.3.2. Se planteó una tecnología que sea atractiva para niños como Cesar.

Para crear los hologramas 3D se diseñó una pirámide cuadrangular trunca, donde la parte truncada se apoyaba sobre una pantalla. Produciendo que los lados de la pirámide reflejen la pantalla como se observa en la Figura 4.1.

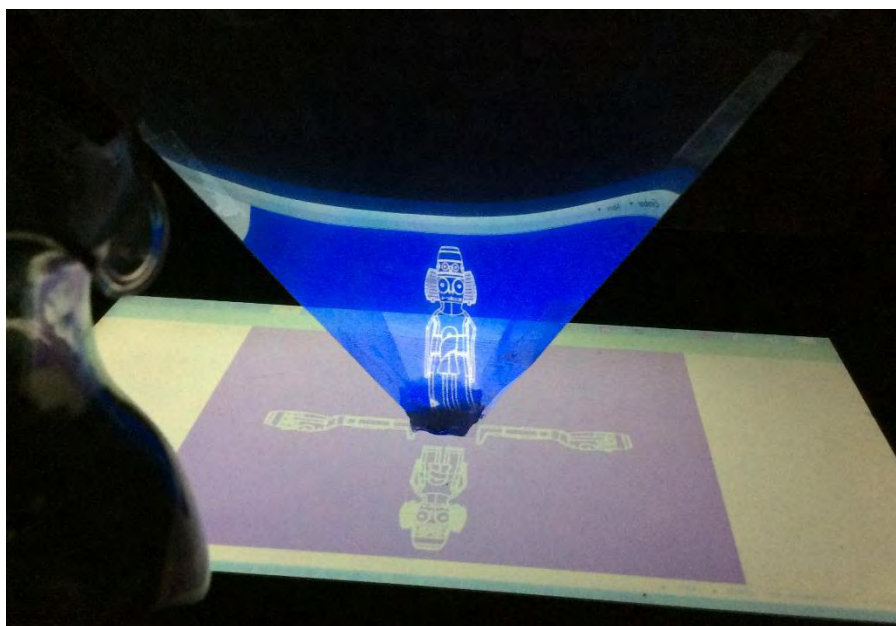


Figura 4.1 Holograma

Para conocer si esta tecnología era atractiva para niños de entre 8 y 11 años, se diseñó un prototipo de función limitada. En el cual, el participante observa una cédula animada proyectada en una pared. Ésta contiene información referente a tres edificios prehispánicos. Posteriormente la cédula le pedirá al usuario que elija, el edificio que más le agrade y finalmente la cédula desaparece y se ilumina el holograma 3D, el cual representa al edificio prehispánico, que el participante eligió.

Con este prototipo buscamos medir la aceptación, que el participante tiene cuando descubre una forma nueva, de entender la información que contienen las cédulas en los museos.

Las principales actividades a evaluar fueron, el nivel de aceptación y la comprensión de la información mostrada.

Los participantes fueron niños de entre 8 a 11 años de edad que cursaran cuarto, quinto o sexto grado de primaria.

La mecánica de aplicación fue la siguiente.

- ✚ Por medio de un proyector se mostró una presentación que contenía 3 láminas, cada una con información referente a un edificio prehispánico (Pirámide de Kukulcán, el Caracol y los Atlantes).
- ✚ Una cuarta lámina contenía la pregunta ¿Qué edificio fue tu favorito? Con la intención de que el participante elija unos de los tres.
- ✚ Una vez que el participante elegía una opción el proyector se movía 90° simulando un caos en la cédula y llegaba hasta una mesa colocada a 90° de la pared donde se proyectaba en un principio, en dicha mesa el participante podía encontrar el edificio elegido en forma de holograma.



Figura 4.2 Hologramas Interactivos

Para evaluar el prototipo se realizó una prueba el 14 de febrero del 2015, en el departamento de un integrante. Con 15 participantes, la aplicación de las pruebas duro tres horas. En dicha prueba se pidió al participante que eligiera emociones de dos grupos de tarjetas, de los cuales de cada uno tenía que elegir las emociones que mejor describieran su experiencia durante la dinámica. Colocando una ficha sobre la(s) palabra(s) elegida(s), teniendo la opción de escoger tantas emociones como creyera convenientes o ninguna tarjeta. Los resultados se observan en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Resultados de la prueba

1	Admiración	Me gusta como se ve la imagen.
2	Fascinación	Se ve muy padre, puedes ver como las cosas en 3D, ya no como siempre que se ven detrás de una pantalla.
3	Diversión	Me hubiera gustado que girara.
4	Sorpresa	Nunca había visto una imagen que se pudiera ver fuera de la pantalla.
5	Deseo	Quisiera verlo en persona, en donde está la pirámide.
6	Felicidad	Se ve bonito.
7	Alegría	No sé, me gustó.
8	Entusiasmo	Quería ver si se movía.
9	Miedo	Porque no quería que me hicieran preguntas.
10	Frustración	No sé.

## CASCO INMERSIVO

Después de finalizar el prototipo de Hologramas Interactivo, se decidió renovar el concepto. Por lo que aparece la idea de ambiente inmersivo, y para comprobar si el concepto de ambiente inmersivo era atractivo para los usuarios, se realizó un prototipo de función crítica. En el cual, el participante se coloca un casco que contiene un video al centro con contenido museográfico de un paseo por Tenochtitlan y en los laterales dos videos de arte digital.

Con ello se desea medir la aceptación que el participante tiene al recibir información museográfica en un medio inmersivo.



Figura 4.3 Casco Inmersivo

Las principales actividades a evaluar fueron, el nivel de aceptación y la comprensión de la información mostrada.

Los participantes eran niños de entre 8 a 11 años. La mecánica de aplicación fue la siguiente.

- ✚ Por medio de un casco de cartón se mostraron dos videos (como se observa en la Figura 4.3) en una misma prueba para observar el grado de aceptación a través de la inmersión.
- ✚ La experiencia tenía una duración de un minuto y posteriormente se preguntó al niño como fue su experiencia.

Para evaluar el prototipo se realizó una prueba el 11 de marzo del 2015, en el Museo de las Ciencias (Universum). Con 10 participantes, la aplicación de las pruebas duro cuatro horas. En dicha prueba se pidió al participante que eligiera emociones de una tarjeta, cada participante elegía las emociones que mejor describieran su experiencia en la dinámica.

Posteriormente el participante tendría que completar las siguientes frases para describir la prueba.

- ✚ Esto se siente como\_\_\_\_\_

Los resultados obtenidos fueron: bien, a gusto, si estuviera ahí, divertido, nada, interesante, bonito

- ✚ Esto se parece a\_\_\_\_\_.

Los resultados fueron: un juego, nada, padre, bien, algo nunca antes visto, un cine, una película, bonito

- ✚ Me siento\_\_\_\_ con esto en mi cabeza.

Los resultados fueron: bien, contento, rara, normal, ligero, padre, como si estuviera ahí, extraña



Figura 4.4 Pruebas para Casco Inmersivo

✚ Esto es un/una\_\_\_\_\_

Los resultados fueron: leyenda de un pueblo, una película, casco, un video, historia, video, invento bonito, motores y señores, pirámide, encontraron la momia

✚ Mi video favorito fue\_\_\_\_\_

Los resultados fueron: pirámide, encontraron a la momia, rojo, la torre, papel blanco, cuadro rojo, mexicas

✚ Con el video me dieron ganas de \_\_\_\_\_

Los resultados fueron: Entrar ahí, verlo otra vez, mareo, gritar, aprender más, de nada, verlo más, subirse la torre, sonreír, reír

## CABINA DE INMERSIÓN

Después de obtener resultados positivos en el prototipo de Casco Inmersivo. Se continuó desarrollando el concepto hasta plantear un nuevo prototipo inmersivo, pero en esta ocasión en una cabina.

En este prototipo de función limitada se busca brindar al usuario un recorrido virtual, donde tenga diversas interacciones en un ambiente inmersivo, eligiendo tres artículos específicos entre varios para completar el reto y la historia. Dicho recorrido virtual consiste en un cuarto inmersivo, que además tiene la posibilidad de detectar movimientos permitiéndole al usuario tener una interacción con la historia que se le presenta. Para efectos prácticos de la prueba, el cuarto inmersivo fue representado, por un cuarto oscuro en donde se colocó una laptop en donde solo se veía la pantalla y la interacción fue controlada por los aplicadores por medio de un ratón inalámbrico.

Las principales actividades a evaluar fueron comprensión de la historia, interacción kinestésica con el objeto y elegir correctamente los objetos.



Figura 4.5 Cabina de Inmersión

Se consideraron los siguientes indicadores, para la evaluación del prototipo; número de veces en que el usuario seleccionó un objeto correctamente/número de intentos; tiempo en el que el participante completa la prueba entre el tiempo promedio de los demás participantes; número de preguntas respondidas correctamente respecto al contenido entre el número de preguntas realizadas.

La simulación de la prueba se llevó a cabo en un cuarto oscuro, creado con manta oscura, teniendo dimensiones de 1m de ancho por 2m de largo y 1.5m alto. Dentro de este cuarto se colocó un banco y una silla, sobre el banco se puso una laptop, a la cual se le cubrió el teclado, dejando al descubierto únicamente la pantalla. La silla estaba destinada como asiento para el usuario. La Laptop era controlada por el aplicador a través de un mouse inalámbrico.

En la prueba participaron niños de entre 8 a 11 años. La mecánica de aplicación fue la siguiente.

- ✚ Se pidió al usuario que entrara en la cabina y se sentara en la silla viendo de frente a la pantalla, como se aprecia en la Figura 4.6.
- ✚ Se reprodujo el vídeo mientras el usuario lo veía, alrededor de la mitad del vídeo se tuvo una interacción en la que el usuario debía elegir un objeto específico entre una diversidad de otros objetos. Para realizar la elección, el usuario debía señalar el objeto y abrir y cerrar intermitentemente la palma de su mano.

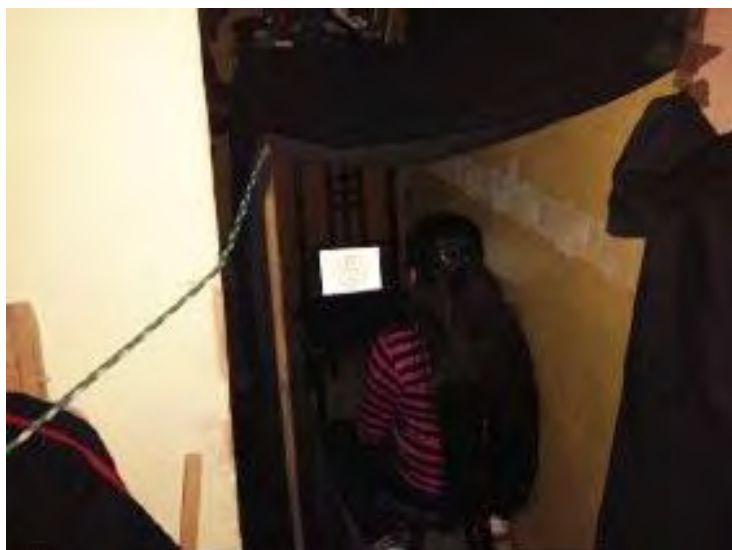


Figura 4.6 Cabina de Inmersión



Las pruebas se realizaron en un domicilio particular el 16 de marzo del 2015, con cinco participantes. La prueba tuvo una duración de cinco horas.

Al evaluar la prueba, mediante los indicadores antes mencionados. Obtenemos los siguientes resultados: en la interacción usuario-objeto, los usuarios eligieron correctamente en todas las ocasiones; en el tiempo de realización de las pruebas, no hubo gran desviación ni holgura, por lo cual las pruebas se realizaron en el tiempo promedio; pero al evaluar la comprensión del contenido, se observa que la comprensión fue muy pobre, alrededor del 30% de las preguntas relacionadas sobre el contenido, fueron contestadas de manera correcta.

#### 4.1.1 Conceptos Generados

En esta sección se detallarán los conceptos presentados al INAH, durante el curso Productos Innovadores.

##### Concepto Xiímbal

Después de desarrollar el prototipo Cabina de Inmersión, se estableció el concepto Xiímbal. El cual, está basado en los prototipos Hologramas Interactivos, Casco Inmersivo y Cabina de Inmersión. Además, el concepto está fundamentado en el personaje Cesar Pérez Méndez (sección 3.3.2) y en un Museo en el 2025 (sección 3.3.1).

Xiímbal es una palabra maya que significa *paseo*, se trata de un sistema complementario de información digital, que crea una experiencia interactiva e inmersiva a través de la contextualización de una época determinada.

En la Figura 4.7, se explica gráficamente la experiencia del usuario en el museo. En la cual, el niño llega al museo, comienza a ver las piezas de este. Y por medio de una aplicación en su teléfono o cualquier otro dispositivo recibe un mensaje.

En el mensaje hay un perro guía, el cual aparece en realidad aumentada, este le muestra al niño un mapa con la ubicación de la cabina.

Dentro de la cabina, el niño descubre que se encuentra en un viaje, en este caso se remonta al mercado prehispánico de Tlatelolco. El viaje consiste en mostrar diferentes escenarios de manera virtual en donde el

usuario puede alterar y manipular el ambiente de dicho escenario, generando así una interacción usuario-sistema.



Figura 4.7 Concepto Xiímbal

#### Concepto OLIN

Se propuso retomar el concepto OLIN, desarrollado durante el primer semestre del curso Productos Innovadores y el cual está descrito en la sección 1.1 Curso de Productos Innovadores, Figura 4.8.



Figura 4.8 Primer concepto OLIN

No obstante, se renovó el concepto, de modo que se eliminó el brazalete. El cual, tenía como objetivo controlar el visor y en su lugar se implementó una Interfaz Natural de Usuario o NUI (sección 3.1.4 Opciones

de solución). Con la cual, el usuario podría controlar el brazalete por medio de gestos y movimientos de la mano.

Y por cuestiones económicas y de tiempo. Se escaló el concepto en un producto más grande pero factible.



*Figura 4.9 Concepto OLIN renovado*

En la Figura 4.9 se presenta el renovado concepto OLIN. Este producto contiene los elementos necesarios para proyectar imágenes y leer los movimientos de las manos para controlar la información que es proyectada.



## 4.2 Evaluación y selección

En una última plática con el arquitecto Juan Garibay, nuestro enlace con el INAH, charlamos sobre los conceptos desarrollados y se detallaron nuevas especificaciones por parte del cliente. Las especificaciones establecidos por Juan Garibay fueron crear un sistema que incluya todos los contenidos del museo (piezas, códices, textiles, entre otros); no restringir el producto a un solo sector del público, haciendo que éste sea más democrático y de mayor alcance; considerar al público extranjero, puesto que es un mercado importante para los museos; no centrarse en la parte tecnológica del producto, sino en la estructura de la información que se presente en éste, es decir, crear un discurso inmersivo.

Con base en las especificaciones del cliente y a la investigación de campo (encuestas, entrevistas, etc.), se establecieron los criterios de evaluación. Como se observa en la Tabla 4.2, se establecieron los criterios de evaluación en la primera columna y en las siguientes se establecieron los conceptos desarrollados. Con apoyo en la matriz de comparación podemos concluir que el concepto OLIN cumple con cada criterio de evaluación.

Por lo tanto, OLIN se estableció como el concepto final, y se detallara en el siguiente capítulo.

Tabla 4.2 Matriz comparativa

Criterios de evaluación	Concepto Xímbal 	Concepto OLIN 
Sistema Interactivo	✓	✓
Incluyente con todo el contenido del museo	✗	✓
Apropiado para todas las edades	✗	✓
Apto para publico extranjero	✗	✓
Implementación factible	✗	✓
Contenido inmersivo	✓	✓
Genera conexiones con otras piezas del museo	✓	✓
<b>Total</b>	3	7

# *CAPÍTULO 5*

## DISEÑO DE OPCIÓN SELECCIONADA

En este capítulo se describirá a detalle el concepto OLIN, se presentará el producto final y se precisará el proceso seguido, para definir las características críticas.

## 5.1 Descripción

TONALI es un sistema que busca personalizar el museo, a través de recorridos libres; crear vínculos entre las diferentes piezas del museo; permitir al usuario coleccionar sus piezas favoritas; compartir la experiencia del usuario con sus amigos a través de redes sociales.

OLIN es un subsistema de TONALI. El concepto OLIN se centra en un producto que introduzca y guíe al usuario a través del contenido del museo. Permittedándole visualizar información sobre la pieza y creando un enlace entre la pieza que está visualizando con otra pieza del museo.

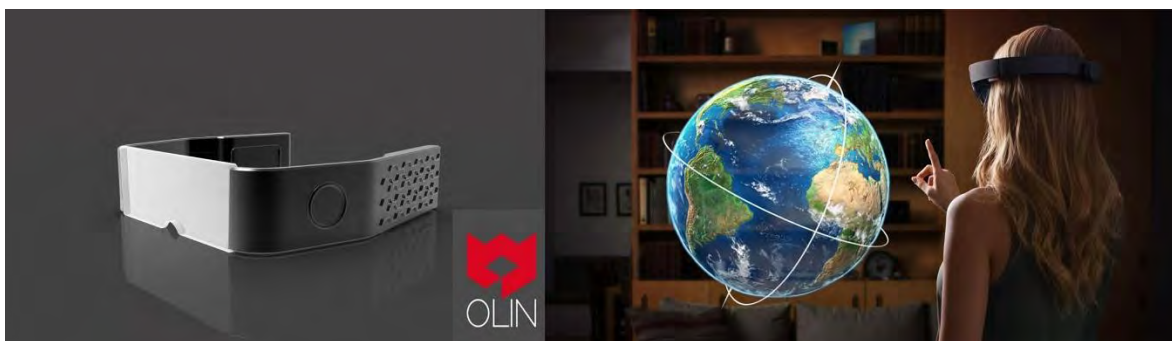


Figura 5.1 Concepto OLIN

La primera idea para el concepto OLIN, era un sistema compuesto por un visor, éste permitiría visualizar información en realidad aumentada; asimismo, el visor contaría con auriculares para escuchar sonidos o efectos de la interfaz, y un sistema para detectar la posición y gestos de la mano, esto para controlar la información mostrada en el visor; este primer concepto se ejemplifica en la Figura 5.1.

A pesar de que entendíamos como desarrollar el producto y que tecnologías emplear, se tuvo que plantear un escalamiento del producto, por cuestiones económicas y de tiempo.

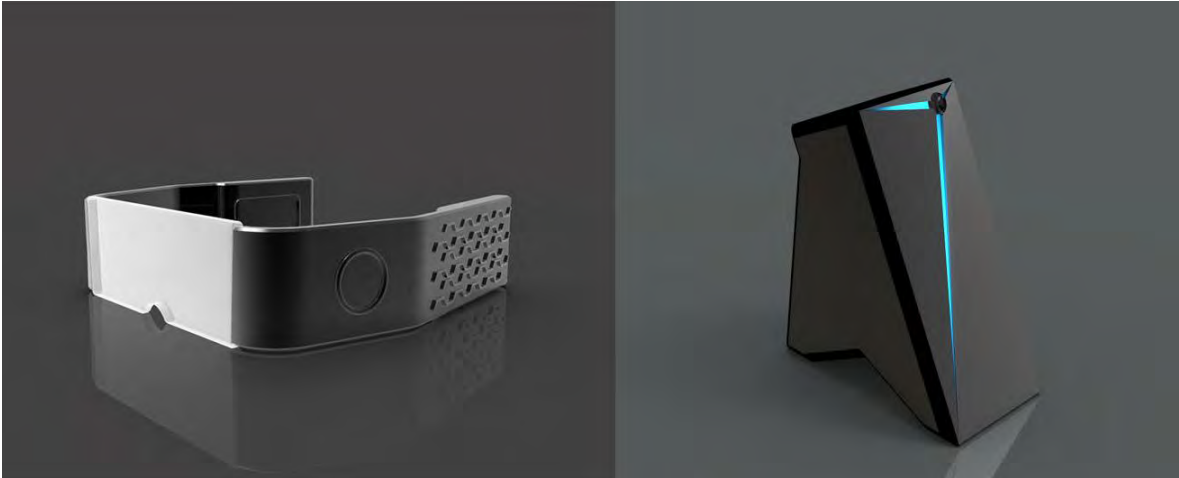


Figura 5.2 Escalamiento del producto OLIN

En la Figura 5.2, se tienen las dos versiones del producto OLIN y se estableció desarrollar la segunda versión, debido a que era más factible de producir.

El nuevo producto OLIN, que se muestra en la Figura 5.3, contiene un proyector que permite visualizar el contenido; un sensor *Kinect*, que tiene la función de leer la posición y los gestos de la mano, con el objetivo de controlar el contenido proyectado; bocinas para escuchar efectos y contenido multimedia; una computadora, encargada de ejecutar el programa o interfaz, que es el corazón del producto, y de procesar la información proveniente del sensor *Kinect*.



Figura 5.3 Producto OLIN



Adicional a estos componentes, el sistema cuenta con una pantalla transparente, formada por una placa de acrílico transparente, a la cual se le colocó un *film* o mica que permite visualizar las imágenes que son proyectadas sobre éste, permitiendo que el usuario observe los elementos que se encuentran detrás de la pantalla; generando así, una experiencia inmersiva, pero sin aísla al usuario de su entorno, en la Figura 5.4 se muestra el sistema OLIN, presentado en el Centro de Ingeniería Avanzada (CIA).



Figura 5.4 Funcionamiento de OLIN

El sistema OLIN permite a los visitantes interactuar con el contenido que provee su interfaz y ésta busca generar una experiencia única para cada tipo de visitante.

Para el desarrollo de la interfaz nos enfocamos en el Museo Nacional de Antropología, específicamente en la Sala Mexica, y en este caso al ser este producto un prototipo alfa, solo nos enfocamos en Coatlícue, una de las piezas más emblemáticas de la Sala Mexica, esta interfaz tiene las siguientes características.

## Dinamizar el contenido

Mostrar el contenido de forma que sea atractivo para el usuario. Para esto se diseñó una interfaz interactiva. Esta interfaz interactiva, se logó al implementar una Interfaz Natural de Usuario por medio del Kinect.

En la Figura 5.6, se observa cómo se puede navegar por la interfaz con el simple movimiento de la mano y para seleccionar algún botón solo se debe desplazar la mano hacia enfrente y la misma interfaz le indicará cuando se está presionando un botón o cuando ya se presionó el botón, como se muestra en la Figura 5.7.

La interfaz también busca mostrar la información de una forma muy visual donde se apoye con una imagen lo que se está leyendo. Además, cada página en la interfaz tiene una animación, haciendo que el contenido se lea de una forma más amena. Por último, en la parte inferior izquierda de cada página, el usuario tiene una retroalimentación de su posición, vista desde el Kinect, como se aprecia en la Figura 5.6.



Figura 5.6 Interfaz OLIN



Figura 5.7 Presionar un botón

### Experiencia Multi-Usuario

La interfaz no está diseñada para un público en específico, puede ser usada por personas de cualquier edad, hasta por extranjeros de habla inglesa.

Al inicio de la interfaz se da una introducción sobre como el usuario debe usar la aplicación. Posteriormente se le pide seleccionar un Modo. Estos Modos, hacen referencia al interés del visitante sobre la pieza y no a la edad que tiene. Así una persona de cualquier edad, puede interesarse por cualquiera, de estos modos. Por ello se plantearon tres modos:



- Modo Viajero

En este modo, el visitante conocerá la información más relevante sobre la pieza. Datos muy precisos, con los que tendrá una idea general sobre la pieza y solo necesitará unos minutos para leer todo este modo.



- Modo Explorador

En este modo, se retoma la información presentada en el modo viajero, pero se detalla más cada punto. Además, de tener información adicional. En Modo Explorador, el usuario tiene una visión más clara sobre la pieza y una contextualización sobre esta. En este modo el usuario deberá invertir más tiempo para leer todo, que en el modo anterior.

- Modo Investigador



En este modo, se presenta información detallada de la pieza, junto con información nueva. El modo también, contiene información multimedia. La cual, complementa la experiencia en este modo, de una forma más agradable. En este modo, el visitante puede permanecer varios minutos, debido al contenido multimedia, ya que este tiene una duración de cuatro minutos y medio, más la información que el visitante puede leer en este modo.

Además de los Modos, la interfaz crea un enlace entre piezas (como se observa en la Figura 5.8), así cuando el visitante termine de conocer una pieza la interfaz le sugerirá otra, que se relaciona mitológicamente o por el material del cual se constituye, etc. Esto permite que el usuario cree un vínculo entre las piezas que observa.

La interfaz también cuenta con un menú colocado de lado derecho (Figura 5.9), donde el usuario decide qué información consulta primero.



Figura 5.8 Hipervínculos

Este menú está conformado por los siguientes botones: botón Regreso, te lleva a la página anterior; botón Cambiar Modo, te permite cambiar de

modo; botón Inicio, te lleva al Inicio, donde se encuentra la introducción de como usar la interfaz; botón Info, te muestra la principal información de la pieza; botón Más Info, te muestra información de las partes que constituyen a la pieza; botón Interesante, es el hipervínculo a otras piezas. Y en la Figura 5.6 aparece el botón Video, te lleva al contenido multimedia, en este caso un video.



Figura 5.9 Menú de Interfaz

## 5.2 Diseño

En esta sección se describirán las características críticas del producto y la interfaz.

En la Figura 5.10 se muestra la Estructura Funcional del producto, a continuación se describirán las soluciones y especificaciones para cada función.



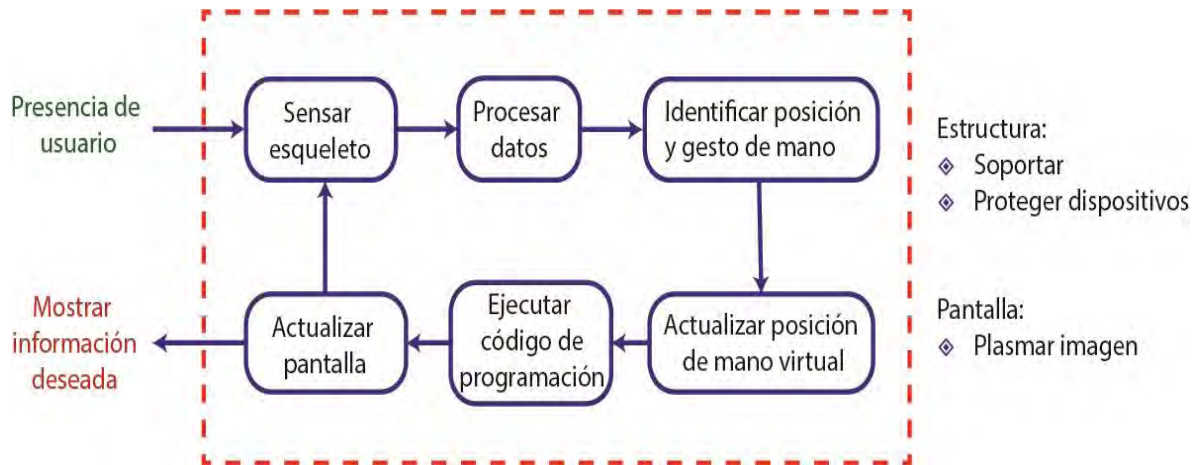


Figura 5.10 Estructura Funcional

Descripción de solución para cada función:

- **Sensar esqueleto**, para esta función se emplea un proyector infrarrojo, una cámara infrarroja y otra cámara de color con resolución VGA. Las cámaras capturan 30 cuadros por segundo y en cada imagen se correlaciona la fotografía a color con la de profundidad.
- **Procesar datos**, con esta función se usa un clasificador, éste a través de un árbol de decisión, otorga una probabilidad a cada pixel, sobre que parte del cuerpo puede ser. Así una zona será detectada dependiendo de su probabilidad máxima.
- **Identificar posición y gesto de mano**, después de detectar las partes del cuerpo se realiza un seguimiento de la mano a partir de la función *Skeletal Tracking*. Para esto se establece un marco de referencia y a partir de éste las coordenadas de la mano. Para conocer si el usuario está desplazando la mano hacia adelante, se utiliza la función *Depth Stream*.
- **Actualizar posición de mano virtual**, a través de la función *Kinect Region* se delimita la región, donde el usuario puede interactuar. De manera que el desplazamiento de la mano virtual será proporcional al movimiento de la mano del usuario.
- **Ejecutar código de programación**, si el usuario interactúa con algún botón, esto ejecutara un evento dependiendo de la interacción. Los eventos pueden ser el navegar hacia otra página o simplemente notificar al usuario que se encuentra sobre un botón, esto por medio de un sonido.
- **Actualizar pantalla**, después de ejecutar un evento, se llama al controlador de eventos (*Event Handler*) de éste y se ejecuta el

código que contiene el controlador, el nuevo evento es proyectado para ser visualizado por el usuario.

Estructura:

- Soportar, se empleó un material liviano para la fácil transportación, pero que a su vez soporte los dispositivos que componen al producto.
- Proteger dispositivos, se requiere de un material que impida la entrada de polvo a los dispositivos.

Pantalla:

- Plasmar imagen, se utiliza una mica que admita proyectar imágenes sobre ésta, pero a su vez sea translúcida, asemejando a una pantalla transparente.

Descripción de especificaciones:

- Sensar esqueleto, esta función emplea la cámara VGA, el proyector infrarrojo y la cámara infrarroja del *Kinect*.
- Procesar datos, esta función usa la aplicación de *Kinect for Windows SDK*.
- Identificar posición y gesto de mano, se emplea la función *Skeletal Tracking*, la cual a su vez se apoya de *Depth Stream* y *Skeleton Stream*.
- Actualizar posición de mano virtual, para esto se utiliza la librería *Kinect Interactions*, la cual se encuentra en la aplicación de *Kinect for Windows SDK* y se encarga de ejecutar los eventos que el usuario exprese con sus movimientos.
- Ejecutar código de programación, cualquier evento que el usuario desee ejecutar, se encuentra alojado en el programa desarrollado en *Visual Studio*, el programa está desarrollado en un lenguaje de programación de alto nivel.
- Actualizar pantalla, después de ejecutar un evento, éste es proyectado y si el evento contiene un archivo de audio es reproducido por las bocinas.

Estructura:

- Soportar, para esto se utilizó MDF de 6 mm de espesor.
- Proteger dispositivos, para ello se trabajó con trovicel de 3 mm.

Pantalla:

- Plasmar imagen, se empleó un *film* especial para proyección.



Los dispositivos que componen al sistema OLIN se muestran en la Figura 5.11.

En el Anexo II, se pueden observar los planos de cada una de las piezas que componen el producto y los detalles del ensamble.

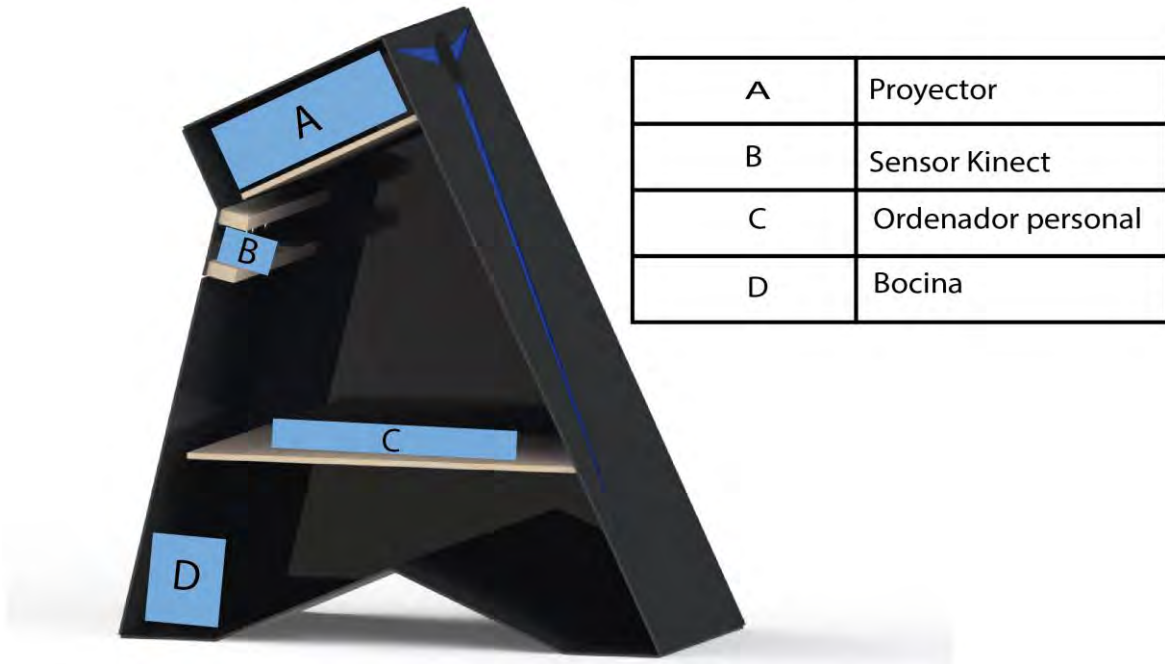


Figura 5.11 Dispositivos del sistema OLIN

En la Figura 5.12, se muestra el mapa de la Sala Mexica del Museo Nacional de Antropología, con la propuesta para implementar el sistema OLIN, y en la Figura 5.13 se tiene una fotografía panorámica desde la entrada de la sala, con la propuesta de implementación; son tres las zonas más viables para implementar el sistema OLIN y están resaltadas en color verde, morado y azul.

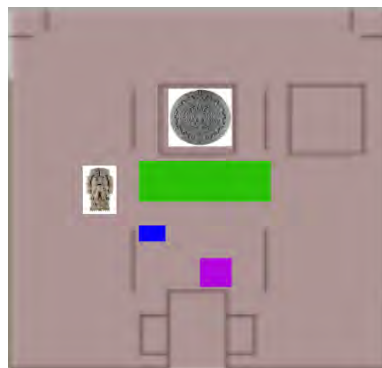


Figura 5.12 Implementación del sistema OLIN en la Sala Mexica



Figura 5.13 Implementación del sistema OLIN en la Sala Mexica

La zona en verde se localiza en el pasillo más amplio, con el que cuenta la sala y es la principal vía de circulación, por lo tanto si se colocara el sistema en esta zona, generaría una obstrucción en la circulación; la zona en morado se encuentra en un espacio despejado, con poca afluencia y pocas esculturas coexisten en esta zona, pero es un espacio aislado y alejado de la parte central de la sala, y se sitúa en la entrada de la sala, por lo que existe una gran iluminación, la cual afecta el funcionamiento del sistema, al no permitir visualizar una nítida imagen en la pantalla; la zona en azul se ubica a un costado de la parte más concurrida de la sala, cuenta con un espacio reducido, pero suficiente para el sistema y se encuentra cerca de la parte central de la Sala Mexica, facilitando la accesibilidad a OLIN, por lo tanto esta es la zona ideal para implementar el sistema OLIN.

En la Figura 5.14 se muestran dos formas diferentes para introducir el sistema OLIN en la Sala Mexica, en la parte izquierda de la figura se muestra el sistema usando la pantalla transparente, y en la parte derecha la imagen se proyecta sobre la pared, las dos propuestas se establecen en la zona azul, descrita anteriormente.



Figura 5.14 Render de OLIN implementado en la Sala Mexica

La interfaz está desarrollada en *Visual Studio 2015*. El cual, es un entorno de desarrollo integrado (*IDE* por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Soporta múltiples lenguajes de programación tales como C++, C#, *Visual Basic*, entre otros. *Visual Studio* permite crear sitios y aplicaciones web y de escritorio, así como servicios web. ("Introducción a Visual Studio", 2016)



Figura 5.15 Microsoft Visual Studio

Dentro del programa *Visual Studio* se utilizó la plataforma *Windows Presentation Foundation (WPF)*, esta es un marco de trabajo de interfaz de usuario que crea aplicaciones cliente enriquecidas e interactivas. La plataforma de desarrollo de WPF admite un amplio conjunto de características de desarrollo de aplicaciones, que incluye un modelo de aplicaciones, recursos, controles, gráficos, diseño, enlace de datos, documentos y seguridad. Es un subconjunto de *.NET Framework*. WPF utiliza el lenguaje XAML para proporcionar un modelo declarativo para la programación de aplicaciones. ("Introducción (WPF)", 2016)

Y para controlar el Kinect dentro del entorno *Windows Presentation Foundation* (WPF), se utilizó la librería *SDK para Kinect*. Esta librería procesa los datos del *Kinect* y te entrega información sobre el seguimiento del esqueleto. También te permite el reconocimiento de voz, por medio de los datos de audio.

Asimismo, se implementó la librería *Kinect Developer Toolkit*, la cual permite crear experiencias que admiten la detección de gestos usando lenguajes como *C++*, *C#*, *Visual Basic* y entre otros. Esta herramienta simplifica y acelera el desarrollo de las aplicaciones. Ya que contiene botones prediseñados para Kinect y realiza el seguimiento del esqueleto, así como, la detección de gestos.

Para desarrollar las animaciones se empleó *Microsoft Blend*, un entorno de diseño de interfaz, desarrollado por Microsoft. *Microsoft Blend* se enfoca en el diseño visual de la aplicación; permitiendo dibujar formas, trazados y controles, para posteriormente modificar su apariencia y comportamiento. También permite importar imágenes, videos y sonido a la aplicación.



Figura 5.16 Blend for Visual Studio

Asimismo, facilita crear guiones gráficos que animen los elementos visuales o de audio del diseño y, opcionalmente, activar esos guiones gráficos cuando los usuarios interactúan con la aplicación. (“Acerca de Expression Blend”, 2016)

En la Figura 5.17, se observa una página de programación de la interfaz. En la parte inferior izquierda de la página se puede observar el cronograma para la creación de animaciones en Blend. En la parte inferior y central se aprecia el código XAML, característico del entorno de programación en WPF. En el Anexo I, se muestra el diagrama de flujo del programa.



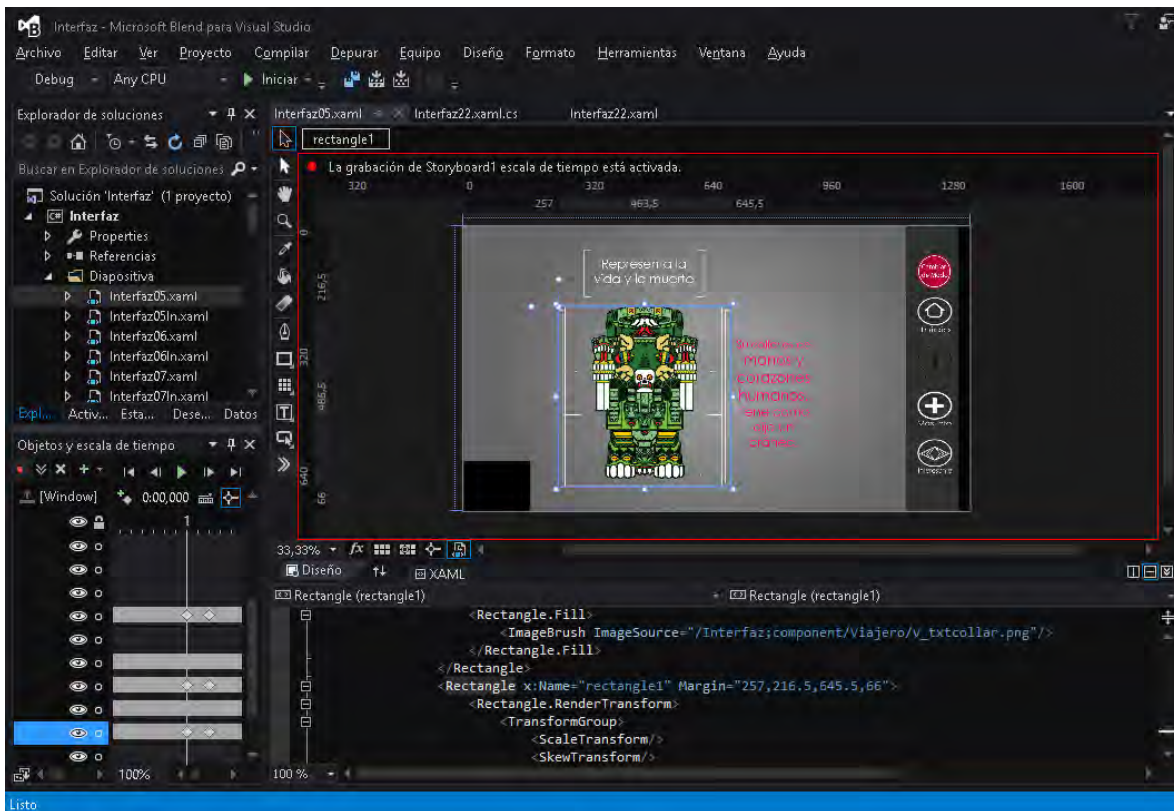


Figura 5.17 Pagina de programación en Blend for Visual Studio

Por último, para establecer los tres modos, nos basamos en los personajes descritos en el apartado 3.3.2 Personaje. Por lo tanto, analizando las características de Mario García Álvarez se pensó en un modo, que proporcionara solo la información más destacada de la pieza; para que Mario tuviera una idea general sobre la pieza y no se aburriera leyendo demasiada información; estableciendo así, el Modo Viajero

Para Adolfo Romero Matías se planteó un modo, con información más detallada, pero sin excederse en la cantidad de información; permitiendo que entendiera más sobre la pieza y tuviera una contextualización sobre el origen de Coatlicue; creando así, el Modo Explorador.

En el caso de Mirna Martínez Ochoa se pensó en un modo, que describiera todos los detalles sobre la pieza, pero sin perder de vista el desarrollar un discurso inmersivo. Por lo tanto, se introdujo información detallada pero breve, acompañada de un video que complementa a la información, proporcionando más información, pero de forma amena; de esta manera, Mirna conoce todos los detalles de la pieza, sin llenar cada página con exceso de información; generando así, el Modo Investigador.

### 5.3 Presentación de OLIN

OLIN fue presentado en la *SUGAR EXPO 2015* y en el Centro de Ingeniería Avanzada (CIA) de la Facultad de Ingeniería.

*SUGAR EXPO* es una exposición de productos innovadores, conformada por instituciones académicas de diversas partes del mundo, la exposición se realiza anualmente en la Universidad de Stanford.

El proyecto fue expuesto en una de las salas de la universidad, como se aprecia en la Figura 5.18, y recibió muy buenas críticas por parte de los presentes.



Figura 5.18 Exposición de OLIN en SUGAR EXPO

Posterior a la presentación del proyecto se realizó una demostración del producto (Figura 5.19), desafortunadamente no se pudo llevar el producto completo a la Expo; por lo que solo se realizó una demostración funcional del producto.

Para esta demostración se colocó un *film*, que permite visualizar las imágenes que son proyectadas sobre éste, dando la apariencia de una pantalla transparente; sobre el *film*, se proyectó la interfaz de OLIN y se proporcionó un ratón inalámbrico, para controlar la interfaz.



Figura 5.19 Presentación de OLIN en SUGAR EXPO

Para la presentación de OLIN, en el Centro de Ingeniería Avanzada (CIA), se mostró de forma más clara el funcionamiento del sistema, y para ello se empleó un marco con un *film*, para proyectar imágenes sobre éste, pero al mismo tiempo asemejando una pantalla transparente; el marco también contenía un sensor *Kinect*. Asimismo se empleó un gabinete en el cual se colocó un proyector y una computadora portátil. En la Figura 5.20, se pueden observar los elementos para la presentación y en la Figura 5.21, se muestra el funcionamiento de OLIN. El objetivo de esta presentación, era mostrar el sistema OLIN en un lugar público; para que más personas conocieran este sistema, que proponemos implementar en los museos del INAH y saber el impacto que causa, el sistema en los usuarios. Para la mayoría de los participantes el producto es muy atractivo, ya que el sensor *Kinect*, genera una experiencia más profunda y envolvente, puesto que permite navegar por la interfaz de una manera más natural, y la información presente en la interfaz es muy interesante.





Figura 5.20 Presentación de OLIN en el CIA



Figura 5.21 Presentación de OLIN en el CIA

# *CAPÍTULO 6*

## IMPLANTACIÓN Y PRUEBAS

En este capítulo se especificarán las pruebas realizadas con usuarios y los resultados obtenidos. Para determinar la validez del producto diseñado o para refutarlo.

## 6.1 Pruebas con usuarios

Para conocer si el producto final era atractivo para los usuarios. Se realizó una prueba comparativa entre la cédula del museo y el concepto OLIN. Para esto se diseñó una cédula con toda la información proporcionada por el Museo Nacional de Antropología sobre Coatlicue (Figura 6.1), posteriormente se probó la interfaz del producto final.



Figura 6.1 Cédula sobre Coatlicue

Las principales actividades a evaluar en esta prueba fueron, la aceptación del usuario por el producto OLIN, la atracción que el visitante mostro por el producto y el conocimiento que generó OLIN contra lo generado por la cédula.

La prueba se realizó el 25 de marzo del 2016 en un domicilio particular. Con 15 participantes, con un rango de edades desde 15 hasta 53 años de edad. Y con un promedio de edades de 24 años. La aplicación de la prueba tuvo una duración de tres horas y media.

La mecánica de aplicación fue la siguiente.

- ✚ Se proyectaba la cédula de la Figura 6.1. La cual, tenía que leer completamente el usuario.
- ✚ Posteriormente al acabar de leer la cédula, se mostraba una tarjeta con emociones y se realizaban unas preguntas.
- ✚ Al terminar de responder las preguntas el usuario podía interactuar con la interfaz.
- ✚ Hasta que el usuario decidiera terminar su experiencia con la interfaz; nuevamente se mostraba la tarjeta de emociones y se realizaban otras preguntas.



Figura 6.2 Pruebas con concepto OLIN

En esta prueba se pidió a los participantes que después de leer la cédula, observaran una tarjeta con emociones e indicaran cuál o cuáles sintieron mientras leían la cédula y por qué; la tarjeta de emociones que se mostró es la que aparece en la Figura 6.3.

Entre las emociones que más se mencionaron fueron o las más interesantes están: desesperación, porque deseaba memorizar todo; asombro, porque no conocía la pieza; sorpresa, porque no conocía esos detalles sobre la pieza; aburrido, porque es mucha información; feliz, porque conocí más sobre la historia pasada de México.

Después de seleccionar las emociones, se les realizó una pregunta, ¿qué recuerdas sobre la cédula? Resumiendo, las respuestas el 30% no sabían el nombre de la pieza que habían leído. Mientras que el 50% confundió la fecha, cuando fue encontrada la escultura. El 80% recuerda los elementos que conforman a Coatlicue, pero solo una mitad de este porcentaje, recuerda donde se encuentra cada elemento. El 90% de los encuestado recuerda que significa Coatlicue.



Figura 6.3 Tarjeta de emociones

Después de leer la cedula y responder la pregunta, los participantes interactuaron con la interfaz. Durante esta experiencia los participantes permanecieron en la interfaz entre 4 minutos hasta 17 minutos. Teniendo un tiempo promedio de 7 minutos. Mientras transcurría esta etapa sucedió algo interesante. Los participantes que esperaban su turno para probar la interfaz, empezaron a acercarse con el usuario que se encontraba manipulándola.



Y la interacción del sistema dejó de ser únicamente con un usuario, para convertirse en un sistema multiusuario. Donde todos leían la misma información al mismo tiempo y aunque no todos manipulaban la interfaz al mismo tiempo, si decidían unánimemente que es lo que deseaban ver. Lo cual nos indica que la interfaz no solo crea una interacción entre la pieza y el usuario, sino que también puede crear una interacción entre usuarios. Haciendo que la interacción sea más amena y enriquecedora.

Al finalizar la interacción con la interfaz. Se les mostró nuevamente, la tarjeta de emociones (Figura 6.3) y se les pidió que seleccionaran la emoción o emociones que sintieron con la interfaz.

Las repuestas más comunes e interesantes fueron: felicidad, porque me agrada la tecnología; contento, porque aprendí más sobre la cultura prehispánica; sorprendido, porque me agrada como puedes manejar la aplicación; cansado, porque es una aplicación extensa.

Posterior a la tarjeta de emociones, se hicieron algunas preguntas como: ¿qué modo te gusto más? El 60% eligió el modo Investigador, ¿por qué? porque es el más completo y les agrado el video; ¿la interfaz es entendible? el 70% respondió que sí, mientras que el porcentaje restante sintió que faltaban más indicaciones y se sintieron perdido al inicio; ¿qué recuerdas sobre Coatlicue? en comparación con la cedula, en esta ocasión las respuestas fueron más elocuentes. No tomaron mucho tiempo para recordar lo que habían visto, y pudieron evocar más elementos que compones a Coatlicue y su significado, así como la fecha cuando fue encontrada la escultura, de hecho, una persona



Figura 6.4 Pruebas con concepto OLIN

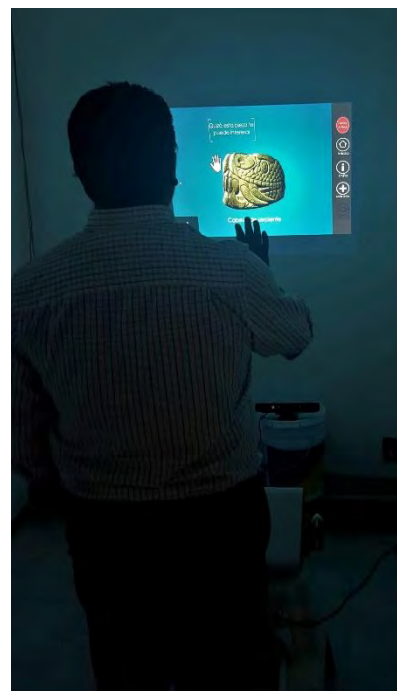


Figura 6.5 Pruebas con concepto OLIN

relaciono lo que vio en la interfaz con sus clases de historia (Tabla 6.1); ¿qué te gustaría que se agregara a la interfaz? el 70% menciono un juego, algunos de estos mencionaron un memorama, un 30% sugirió un modelo 3D de la pieza y un 40% desearía más efectos y música dentro de la interfaz.

Finalmente, se les pido que eligieran, ¿qué sistema les había agradado más la cédula o la interfaz? todos eligieron la interfaz. Porque al ser interactiva es más atractiva, es más grafica por lo que llama más la atención, al ser interactivo recuerdo más cosas sobre la pieza y al ser más visual me agrada más. La última pregunta fue ¿te gustaría que se implementara este concepto en los museos? todos respondieron sí; porque sería más interesante la visita, sería más enriquecedora la visita y es interesante tener estas tecnologías en los museos.

Tabla 6.1 Tabla comparativa entre lo aprendido con la cédula y con OLIN

Cédula	Sistema OLIN
<ul style="list-style-type: none"> <li>-La pieza era la madre de Huitzilopochtli</li> <li>-Tiene una falda con plumas</li> <li>-Unas serpientes simulaban los brazos cercenados</li> <li>-Fue encontrada en 1790</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tiene muchas similitudes con la Virgen de Guadalupe</li> <li>-Hay muchos elementos similares, en toda la escultura</li> <li>-La cabeza la forman dos serpientes; el collar está compuesto por manos y corazones; las piernas se componen por garras de águila</li> <li>-Hay una leyenda que cuenta como Coatlicue tuvo a Huitzilopochtli; de la pluma, y como sus hermanos fueron a la montaña de Coatepec</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Su nombre significa 12 cañas</li> <li>-Su cuerpo se constituye por una falda, con forma de estrellas y caracoles; la mayor parte de su cuerpo está formado por serpientes</li> <li>-Se habla sobre su mamá y su</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La escultura de Coatlicue se encuentra en la sala Mexica del Museo de Antropología; hay 300 piezas en la sala</li> <li>-Se encontró el 13 de agosto de 1790</li> </ul>



<p>historia antepasada</p> <p>Había una fecha de 1970, pero no recuerdo de que era</p>	<p>-La escultura se divide en cuatro partes; en la parte central se encuentra un cráneo que representa la vida y la muerte; las garras que representan al águila que es la tierra</p>
--	---

En la Tabla 6.1 se realiza una comparación entre lo que aprendieron dos personas que leyeron la cédula y dos que interactuaron con OLIN, en la tabla solo se muestran las ideas principales, sobre lo que mencionaron. Pero lo que podemos concluir de esta tabla es que las personas que leyeron la cédula confundieron algunos datos, como la localización de algunos elementos en Coatlicue, la fecha en la que fue encontrada, etc. Mientras que con OLIN, algunas personas pudieron recordar la fecha exacta de cuando fue encontrada, donde se encuentran los elementos que componen a Coatlicue y en algunos casos el significado de estos elementos, etc.

## 6.2 Análisis de las pruebas

Al analizar los resultados obtenidos entre el producto final OLIN y una cédula del museo, se puede llegar a las siguientes conclusiones. Primero, OLIN fue más atractivo para los usuarios que la cédula. La interacción y el tiempo que dedicaron los usuarios a OLIN, desencadenaron en un mejor aprendizaje de la información recibida, en comparación con lo generado por la cédula. Y en algunas ocasiones la interacción con OLIN creo conexiones entre la información provista por OLIN y los que, los usuarios sabían sobre la cultura Mexica. Las emociones que genera el sistema OLIN, son generalmente positivas en comparación con las que produce la cédula.

La tecnología Kinect, que emplea el sistema OLIN. No es muy conocida por los usuarios adultos, pero es muy intuitiva y se sobreentiende su uso, al observar como la emplean otros usuarios.

Con base en los comentarios realizados por la mayoría de los usuarios se identificó la necesidad de implementar un juego dentro de la interfaz. El cual, pueda reafirmar la información leída en la interfaz.

El sistema OLIN tiene un gran futuro dentro de los museos y se puede extrapolar su uso. Debido a que, a partir de la interfaz realizada para el sistema OLIN, se puede rediseñar una más sintetizada y agregarla a la página web del Museo Nacional de Antropología. Permitiendo a usuarios que no pueden visitar el museo o simplemente para fines educativos, tener una idea general sobre cada pieza del museo a través de la página web del Museo.

# CONCLUSIONES

Los museos atraviesan por una etapa, en donde, la forma en que nos comunicamos y adquirimos información ha cambiado. Esto ha producido la incursión de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en los museos, como es el uso de las redes sociales, las páginas web, conexión a internet, entre otras. Pero esto, es solo el primer paso para crear sistemas más interactivos y atractivos para los visitantes.

Por ello se diseñó OLIN, un producto que es atractivo para los visitantes, pero a su vez el contenido mostrado en el producto envuelve al usuario, generando una interacción natural entre el contenido y el usuario, cumpliendo con el objetivo expuesto en la tesis. Para ello se desarrolló una investigación acerca de lo que realizan otros museos alrededor del mundo, las tecnologías que podríamos emplear y se plantearon los personajes y escenarios. Entonces, se crearon prototipos para acreditar conceptos, los cuales nos llevaron a establecer dos conceptos finales. Posteriormente, se desarrolló el concepto que cumplía con todos los requisitos del cliente. Y finalmente, se realizaron pruebas con el producto final.

Como se muestra en el Capítulo 6, OLIN demostró ser un producto atractivo para los usuarios, permitiendo que los usuarios conozcan más sobre las piezas del museo y a su vez disfruten la experiencia. Asimismo, genero un mejor aprendizaje en comparación con las cédulas tradicionales del museo. OLIN es un sistema viable para ser implementado en los museos, donde estos brinden una experiencia más profunda, despierten el interés de los visitantes por el contenido, y creen un gusto natural por visitar el museo.

Los logros de este proyecto fueron: crear una experiencia única para cada usuario, debido a que cada visitante puede seleccionar la información que desea conocer; presentar el producto en una exposición de productos innovadores, como la *SUGAR EXPO*; mostrar gran cantidad de información en la interfaz gráfica, sin ser una experiencia tediosa y aburrida.

Las características distintivas del sistema OLIN son, apto para todo el público, desde niños hasta adultos e incluso extranjeros de habla inglesa; mostrar la información de forma atractiva; navegar naturalmente por la interfaz gráfica.

Las actividades que desarrollé en el proyecto fueron: establecer los dispositivos electrónicos a emplear para las propuestas; participar en la manufactura de los prototipos y producto final; programar una interfaz

gráfica que conjuntara el sensor *Kinect* a una interfaz animada y atractiva.

Personalmente, en el desarrollo de la tesis aprendí a implementar correctamente una metodología de diseño del producto, estableciendo la pregunta central para posteriormente identificar el reto del problema. El estudiar y desarrollar un tema desconocido me permitió realizar una correcta investigación, la cual es un aporte para futuras generaciones, que deseen conocer más sobre el tema. Por últimos, el trabajar en un equipo interdisciplinario, generó un proyecto más completo debido a que cada integrante fortaleció el proyecto, al analizarlo desde su perspectiva académica y para trabajar organizadamente, aplicamos un plan de trabajo para establecer las actividades de cada integrante y planificar el tiempo de trabajo.

En resumen, para renovar la imagen de los museos y que sean considerados como lugares agradables, donde las personas pueden aprender y pasar un buen rato, y no como recintos donde solo pueden leer, observar las piezas y asistir obligatoriamente. Los museos deben integrar sistemas, que generen una interacción entre el contenido y los visitantes. El sistema OLIN es una opción a este problema, quizá no es la opción definitiva, pero esperamos que al menos sea el inicio de sistemas que busquen, generen una experiencia agradable y educativa en los museos.

# REFERENCIAS

arte, N. (2016). *Nuevas tecnologías en Museos buscan democratizar el arte. Milenio*. Revisado el 7 de abril del 2016, recuperado de [http://www.milenio.com/cultura/El\\_reino\\_de\\_las\\_formas-\\_grandes\\_maestros-Museo\\_Arocena-tecnologia\\_en\\_museos\\_0\\_488351534.html](http://www.milenio.com/cultura/El_reino_de_las_formas-_grandes_maestros-Museo_Arocena-tecnologia_en_museos_0_488351534.html)

Shu, L. (2015). *Van Gogh vs. Candy Crush: How museums are fighting tech with tech to win your eyes. Digital Trends*. Revisado el 7 de abril del 2016, recuperado de <http://www.digitaltrends.com/cool-tech/how-museums-are-using-technology/>

*Designing The Pen | Cooper Hewitt, Smithsonian Design Museum*. (2014). Cooper Hewitt Smithsonian Design Museum. Revisado el 7 de abril del 2016, recuperado de <http://www.cooperhewitt.org/new-experience/designing-pen/>

*La leyenda de los 5 Soles en Los aztecas*. (2016). *Blogs.ua.es*. Revisado el 14 de marzo del 2016, recuperado de <http://blogs.ua.es/losaztecasjm/category/la-leyenda-de-los-5-soles/>

*NYSCI | Connected Worlds*. (2016). *Nysci.org*. Revisado el 14 de marzo del 2016, recuperado de [http://nysci.org/connected-worlds/?utm\\_source=Google%20Grant&utm\\_medium=Search&utm\\_content=text-335&utm\\_campaign=TLC-oogGrnt&TLCsource=NYS15009G345](http://nysci.org/connected-worlds/?utm_source=Google%20Grant&utm_medium=Search&utm_content=text-335&utm_campaign=TLC-oogGrnt&TLCsource=NYS15009G345)



*The National WWII Museum | New Orleans: VISIT: Beyond All Boundaries.* (2016). *Nationalww2museum.org*. Revisado el 14 de March del 2016, recuperado de <http://www.nationalww2museum.org/visit/beyond-all-boundaries.html>

Hendershot, S. (2015). *As Holocaust survivors dwindle, a surprising way to keep their stories alive.* *Crain's Chicago Business*. Revisado el 15 de marzo del 2016, recuperado de <http://www.chicagobusiness.com/article/20150611/NEWS07/150609803/as-holocaust-survivors-dwindle-a-surprising-way-to-keep-their-stories-alive>

*Virtual reality headsets bring ancient museum specimens to life.* (2015). *Mail Online*. Revisado el 15 de marzo del 2016, recuperado de <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3131868/Prepare-amazed-Virtual-reality-headsets-bring-ancient-museum-specimens-life-help-David-Attenborough.html>

*Hologramas De Fisica II.* (2016). *prezi.com*. Revisado el 15 marzo del 2016, recuperado de <https://prezi.com/swb9fni66xtp/hologramas-de-fisica-ii/>

Cortés Dueñas, H., García Ruiz, M., & Acosta Díaz, R. (2010). Diseño y desarrollo de un dispositivo háptico con aplicaciones para entorno educativo. *Cibernética E Informática*. Revisado el 15 de marzo del 2016, recuperado de <http://www.pedrosantana.mx/papers/duenas-cisci10.pdf>

Gifreu Castells, A. (2013). *El documental interactivo: evolución, caracterización y perspectivas de desarrollo* (Doctorado). Massachusetts Institute of Technology.

*Developing with Kinect*. (2016). *Dev.windows.com*. Revisado el 15 de marzo del 2016, recuperado de <https://dev.windows.com/en-us/kinect/develop>

Advertorial, F., & Advertorial, F. (2014). *Internet de las cosas - Forbes México*. *Forbes México*. Revisado el 16 de marzo del 2016, recuperado de <http://www.forbes.com.mx/internet-de-las-cosas/>

*What is IBM Watson?*. (2016). *Ibm.com*. Revisado el 16 de marzo del 2016, recuperado de <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/whatiswatson.html>

*Introducción a Visual Studio*. (2016). *Msdn.microsoft.com*. Revisado el 31 de marzo del 2016, recuperado de [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4\(v=vs.90\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4(v=vs.90).aspx)

*Acerca de Expression Blend*. (2016). *Msdn.microsoft.com*. Revisado el 31 de marzo del 2016, recuperado de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc296376.aspx>

*Introducción (WPF)*. (2016). *Msdn.microsoft.com*. Revisado el 31 de marzo del 2016, recuperado de [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms742119\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms742119(v=vs.110).aspx)

*Estadística de Visitantes*. (2016). *Estadisticas.inah.gob.mx*. Revisado el 7 de abril del 2016, recuperado de <http://www.estadisticas.inah.gob.mx/>

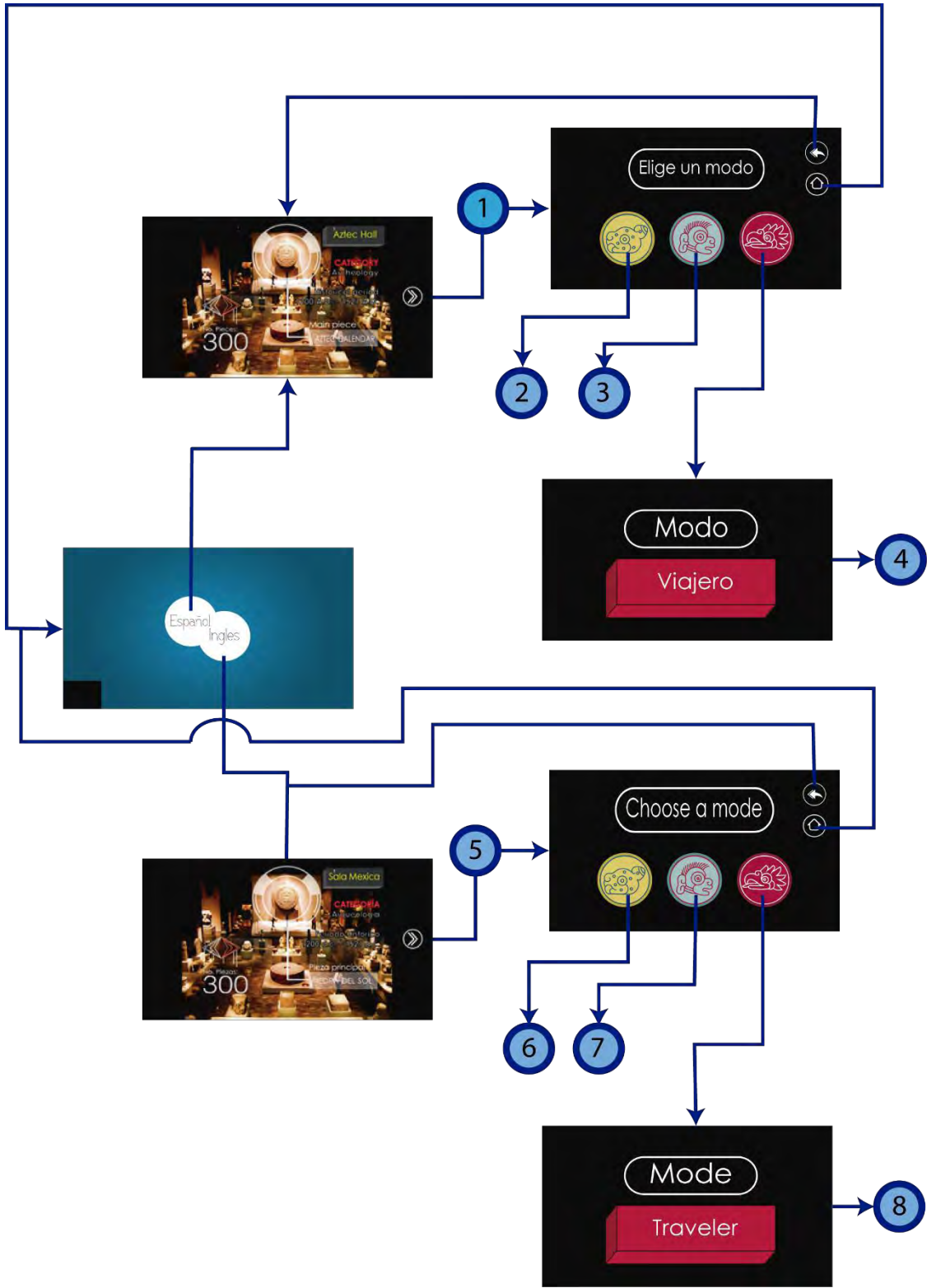
Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. (2008). *Encuesta a públicos de museos 2007* (p. 19, 21, 43). Ciudad de México: Coordinación Nacional de Estrategia y Prospectiva.

Díaz, M., Posada, M., & Juárez, C. (2016). *Realidad virtual atraerá 1.1 mil mdd en 2016*. *Mediatelecom.com.mx*. Revisado el 7 de abril del 2016, recuperado de <http://mediatelecom.com.mx/~mediacom/index.php/agencia-informativa/agencia-tecnologia/item/103543-realidad-virtual-atraer%C3%A1-1-1-mil-mdd-en-2016>

*Vision 2020 | Samsung Electronics | About Us | Samsung*. (2016). *Samsung.com*. Revisado el 8 de abril del 2016, recuperado de <http://www.samsung.com/uk/aboutsamsung/samsungelectronics/vision2020.html>

# *ANEXO I*

## DIAGRAMA DE FLUJO



2 → **Modo Investigador** → **COATLICUE** → 9

La monumental escultura de Coatlicue fue hallada el 13 de agosto de 1790 en el antiguo Zócalo capiteño y posteriormente empotrada en una de las torres de la Catedral Metropolitana.

3 → **Modo Explorador** → **COATLICUE** → 10

Proviene del náhuatl y significa "la de la falda de serpientes".

Monumento que sintetiza numerosos significados y asociaciones del pensamiento y estética de la cultura mesoa.

4 → **COATLICUE** → **COATLICUE** → 11

La palabra proviene del náhuatl, y significa "la de la falda de serpientes".

La escultura mide 2.50 m de altura por 1.60 m de ancho y 1.30 m de profundidad.

**COATLICUE**  
Representa la vida y la muerte.

Su collar se de manos y corazones humanos, y lleva como dije un cráneo.

6 → **Mode Researcher** → **COATLICUE** → 12

The monumental sculpture of Coatlicue was found on August 13, 1790 in the historic Zócalo and then embedded in one of the towers of the Metropolitan Cathedral.

7 → **Mode Explorer** → **COATLICUE** → 13

Comes from the náhuatl, and means "skirt of snakes".

Coatlicue synthesizes numerous meanings and associations of the thought and aesthetics of the Mexico culture.

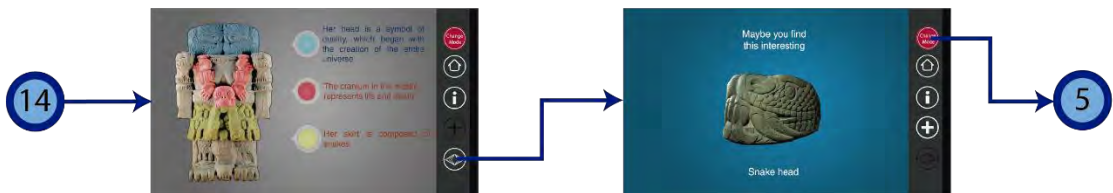
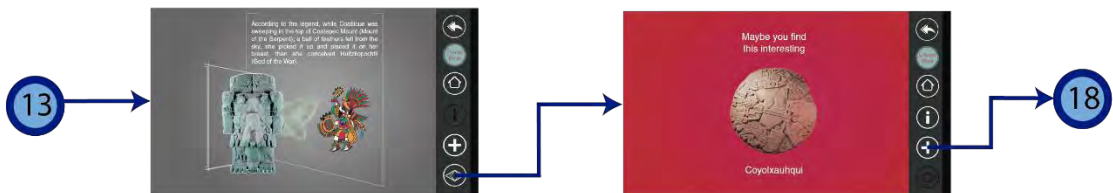
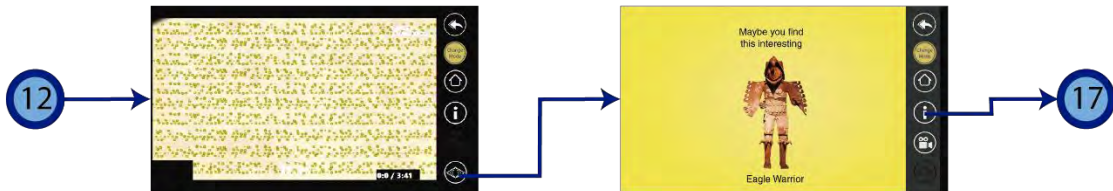
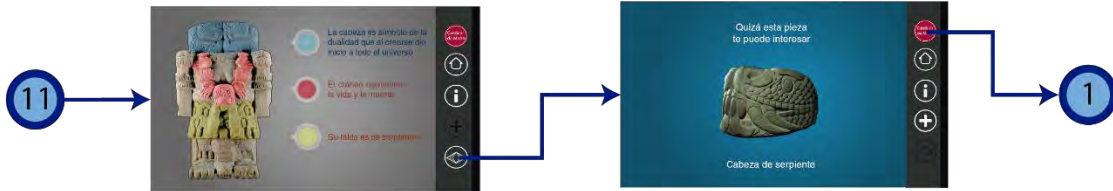
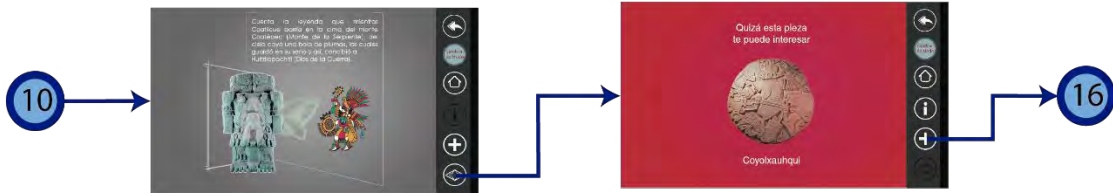
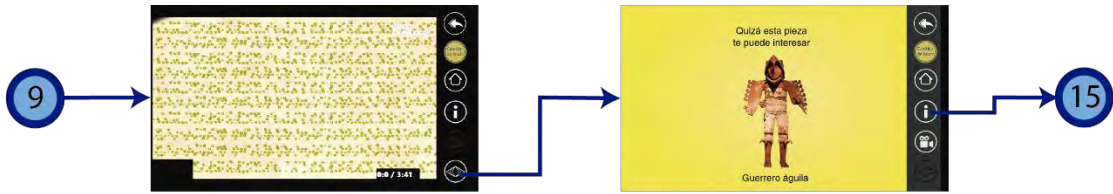
8 → **COATLICUE** → **COATLICUE** → 14

The word comes from the náhuatl, and means "skirt of snakes".

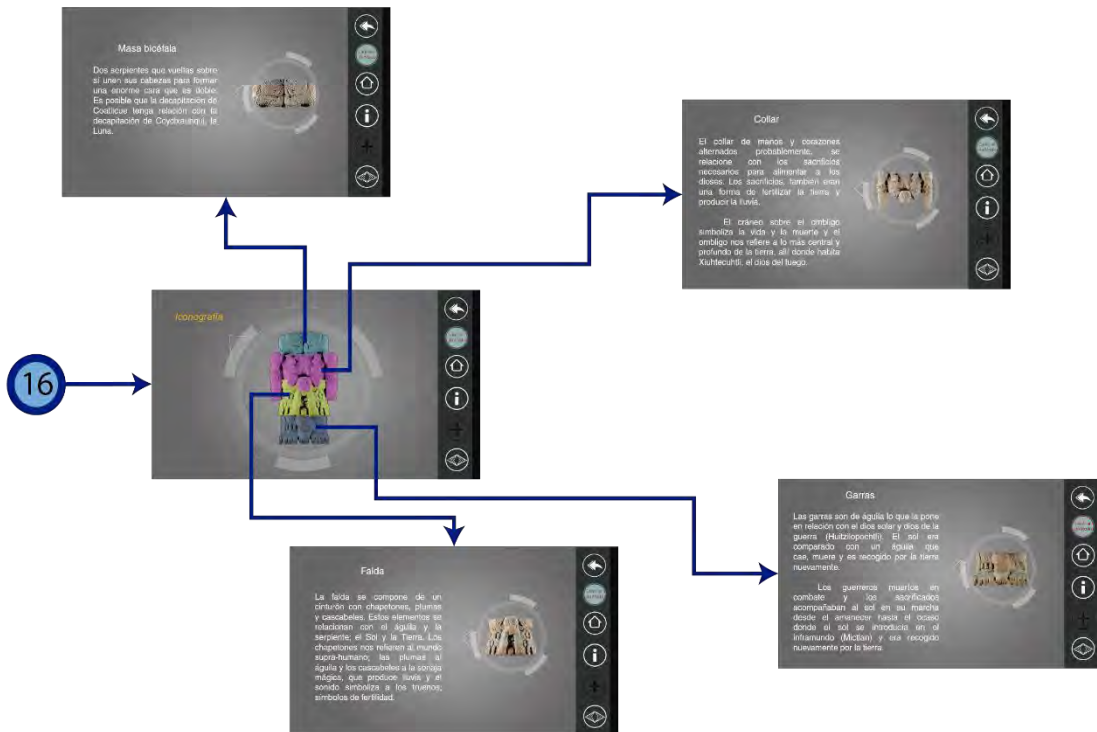
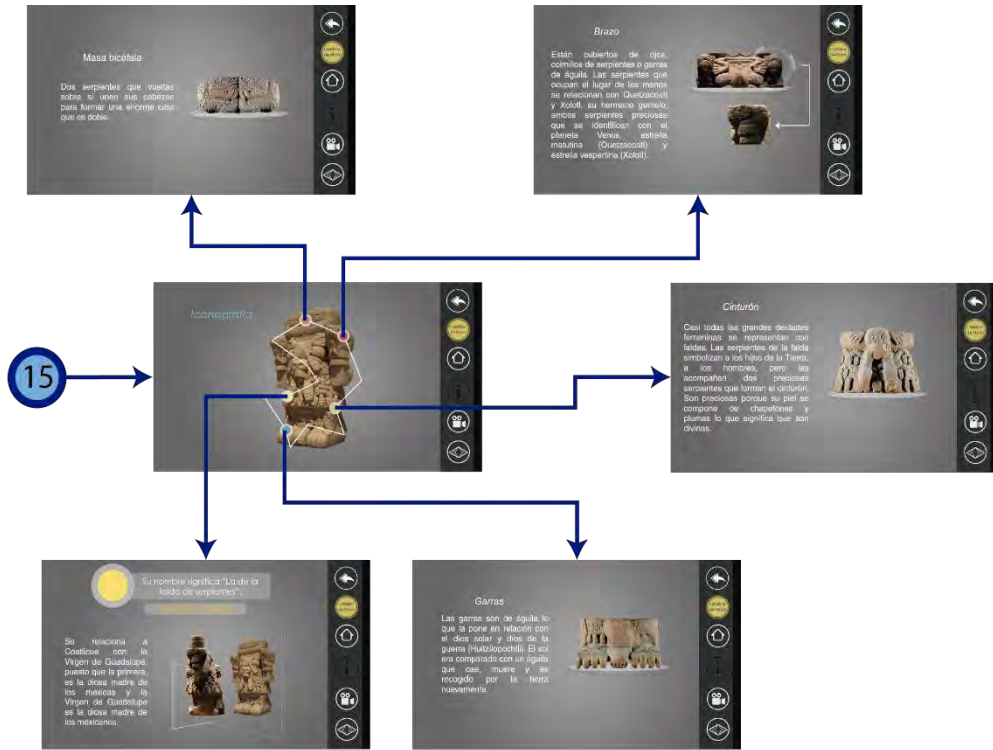
The sculpture is 2.50 m high, 1.60 m width and 1.30 m depth.

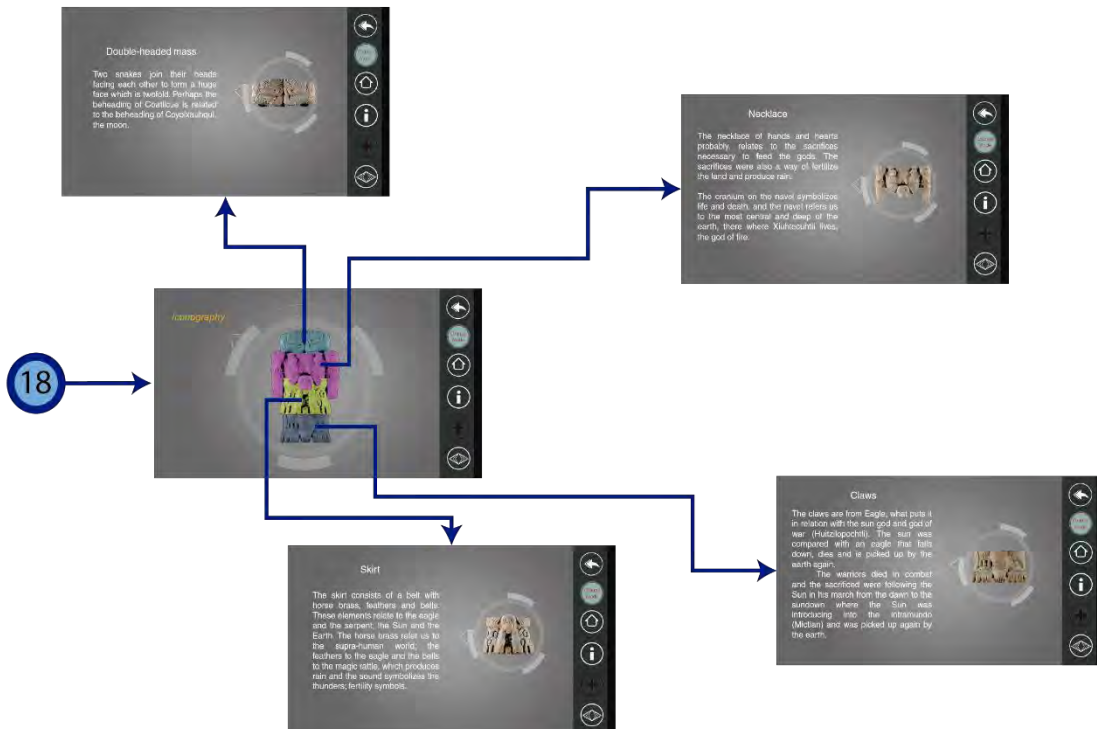
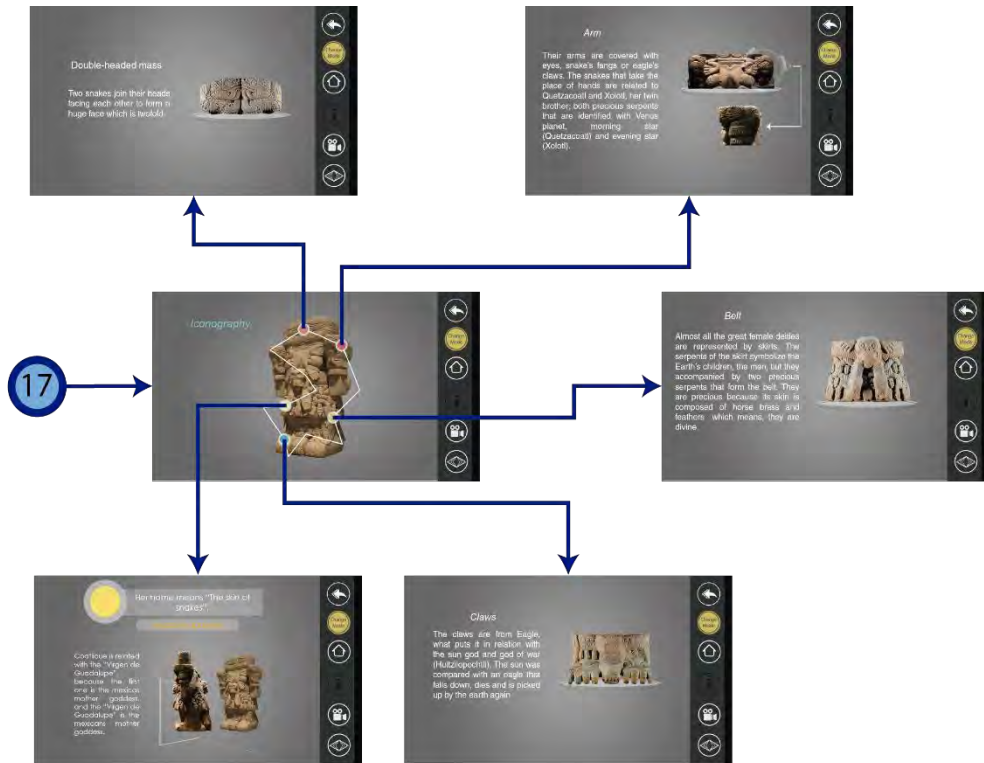
**COATLICUE**  
She represents life and death.

Her necklace is composed of human hands and hearts, and has a cranium as a pendant.



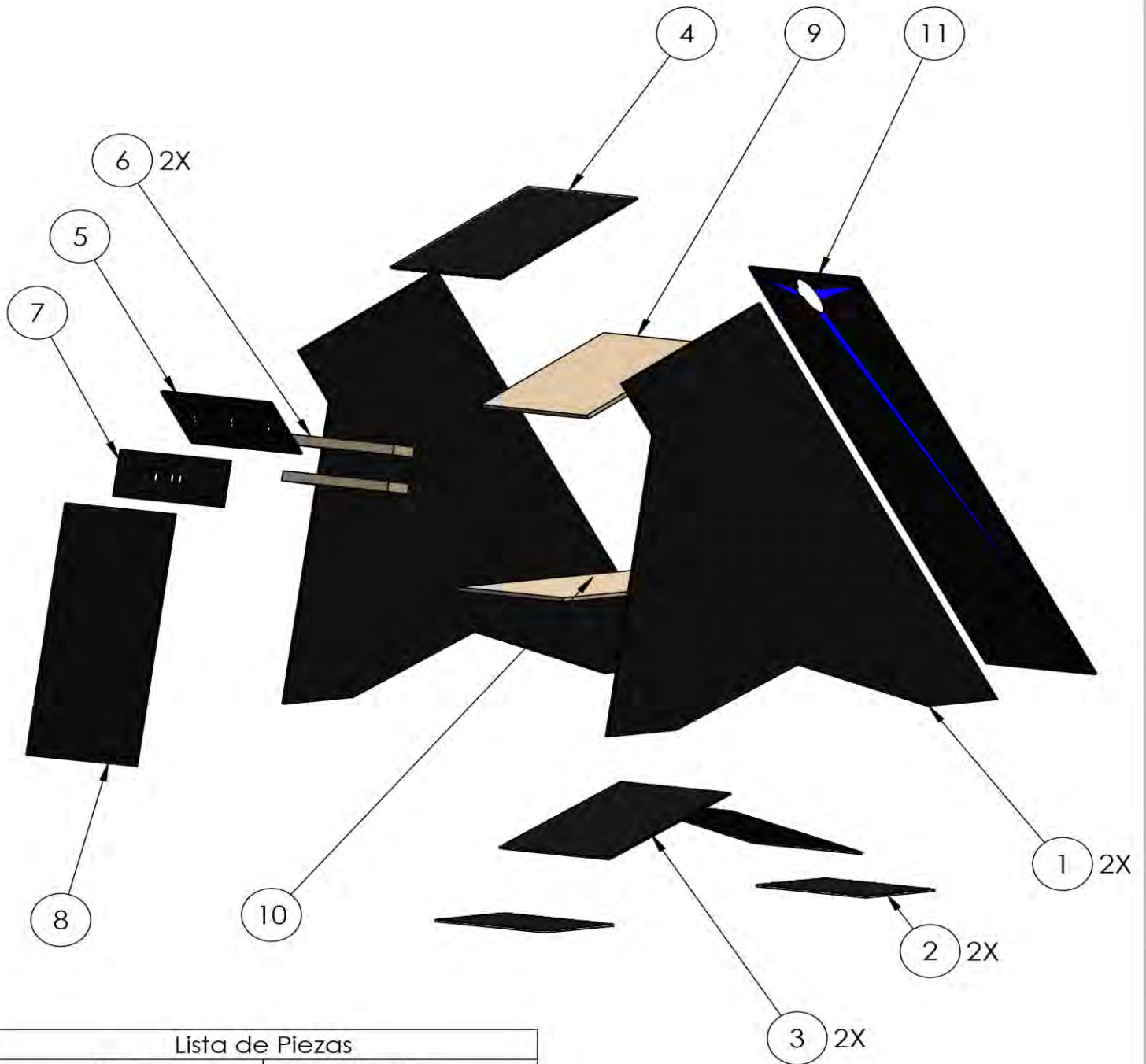






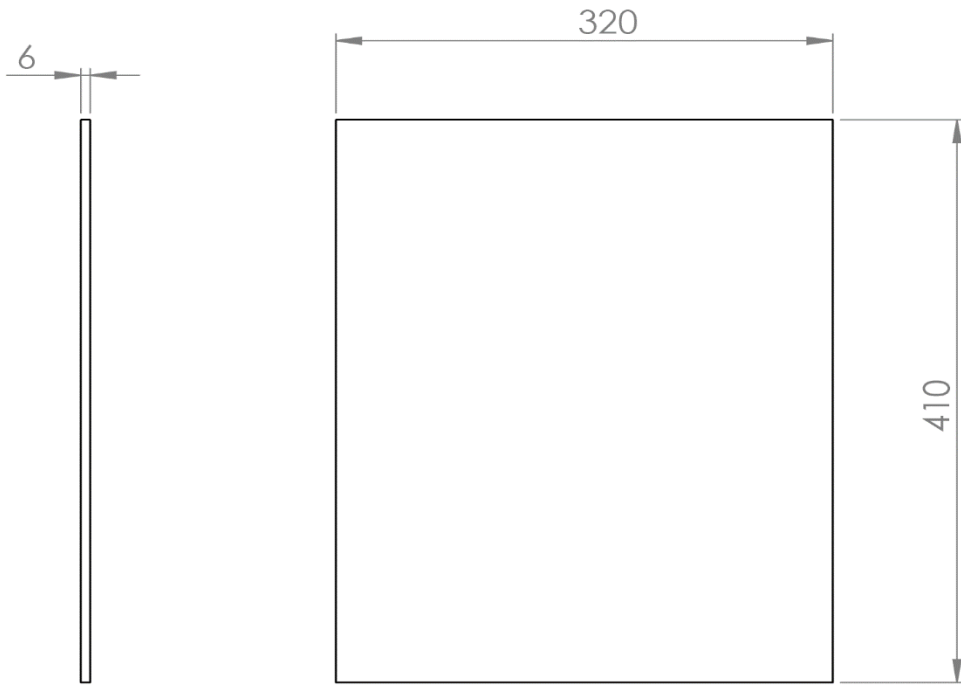
# *ANEXO II*

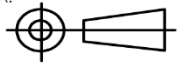
## PLANOS

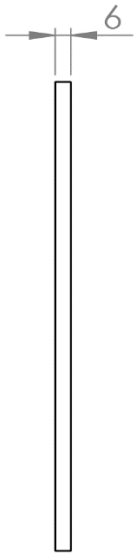


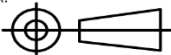
Lista de Piezas	
Pieza	Nombre
1	Pieza_lateral
2	Pieza_base1
3	Pieza_base2
4	Pieza_superior
5	Pieza_ventilación
6	Pieza_barra
7	Pieza_kinect
8	Pieza_tapa
9	Base_proyector
10	Base_laptop
11	Pieza_frontal

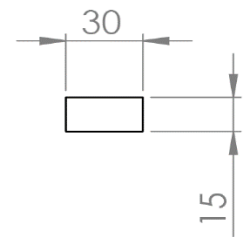
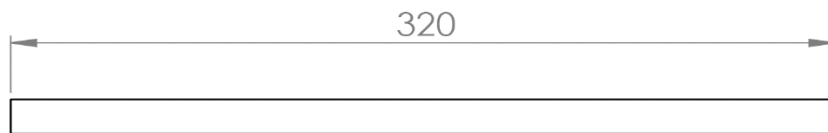
ESCALA:	UNIDADES:	AUTOR:	
1:8	mm	Fabian Pradel Jurado	Plano 1 de 13
SISTEMA:		TÍTULO:	
		OLIN	Explosivo
		FECHA:	
		12/05/2016	
		CANTIDAD DE PIEZAS:	
		1	A4



ESCALA: <b>1:5</b>	UNIDADES: <b>mm</b>	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 2 de 13
PROYECTO: <b>OLIN</b>		TÍTULO: <b>Base_laptop</b>	
SISTEMA: 		FECHA: <b>12/05/2016</b>	<b>A4</b>
		CANTIDAD DE PIEZAS: <b>1</b>	

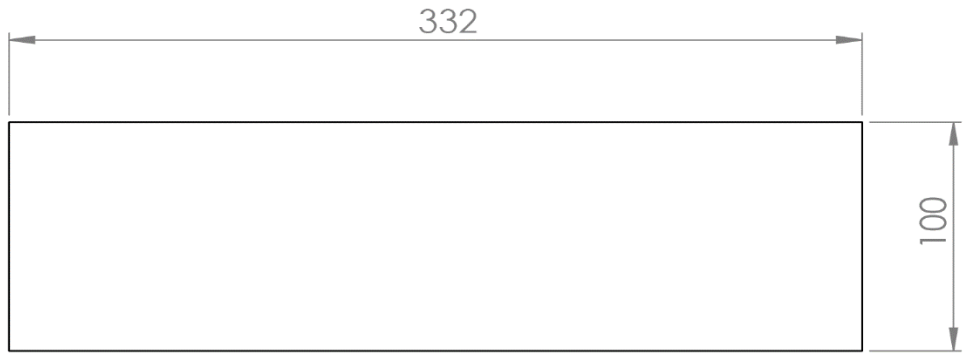
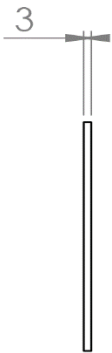


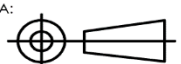
ESCALA: <b>1:3</b>	UNIDADES: <b>mm</b>	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 3 de 13
PROYECTO: <b>OLIN</b>		TÍTULO: <b>Base_proyector</b>	
SISTEMA: 		FECHA: <b>12/05/2016</b>	<b>A4</b>
		CANTIDAD DE PIEZAS: <b>1</b>	

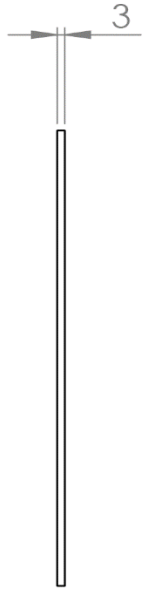


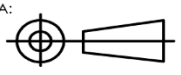
ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 4 de 13
PROYECTO: OLIN		TÍTULO: Pieza_barra	
SISTEMA: 		FECHA: 12/05/2016	A4
		CANTIDAD DE PIEZAS: 2	

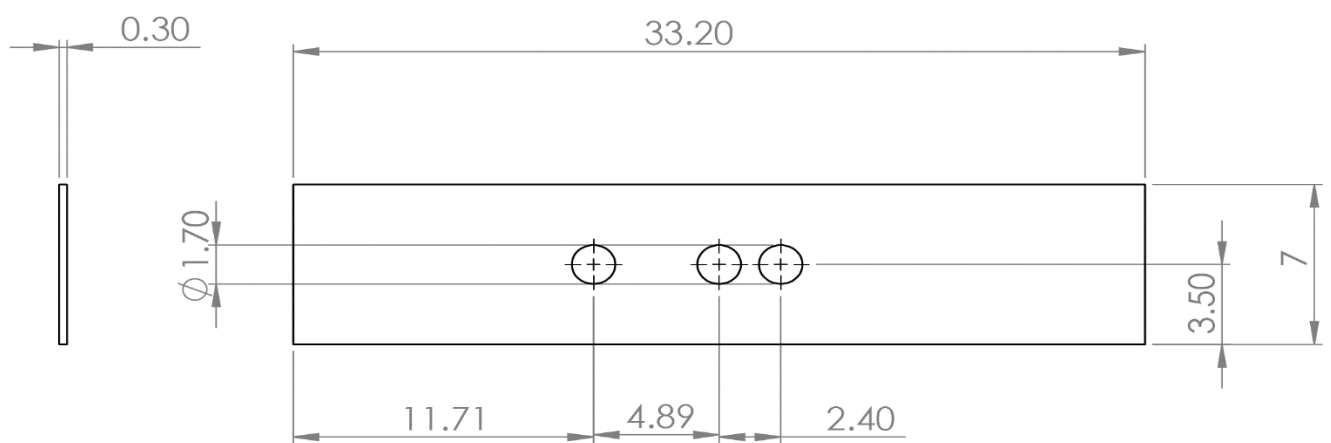


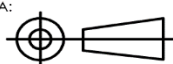


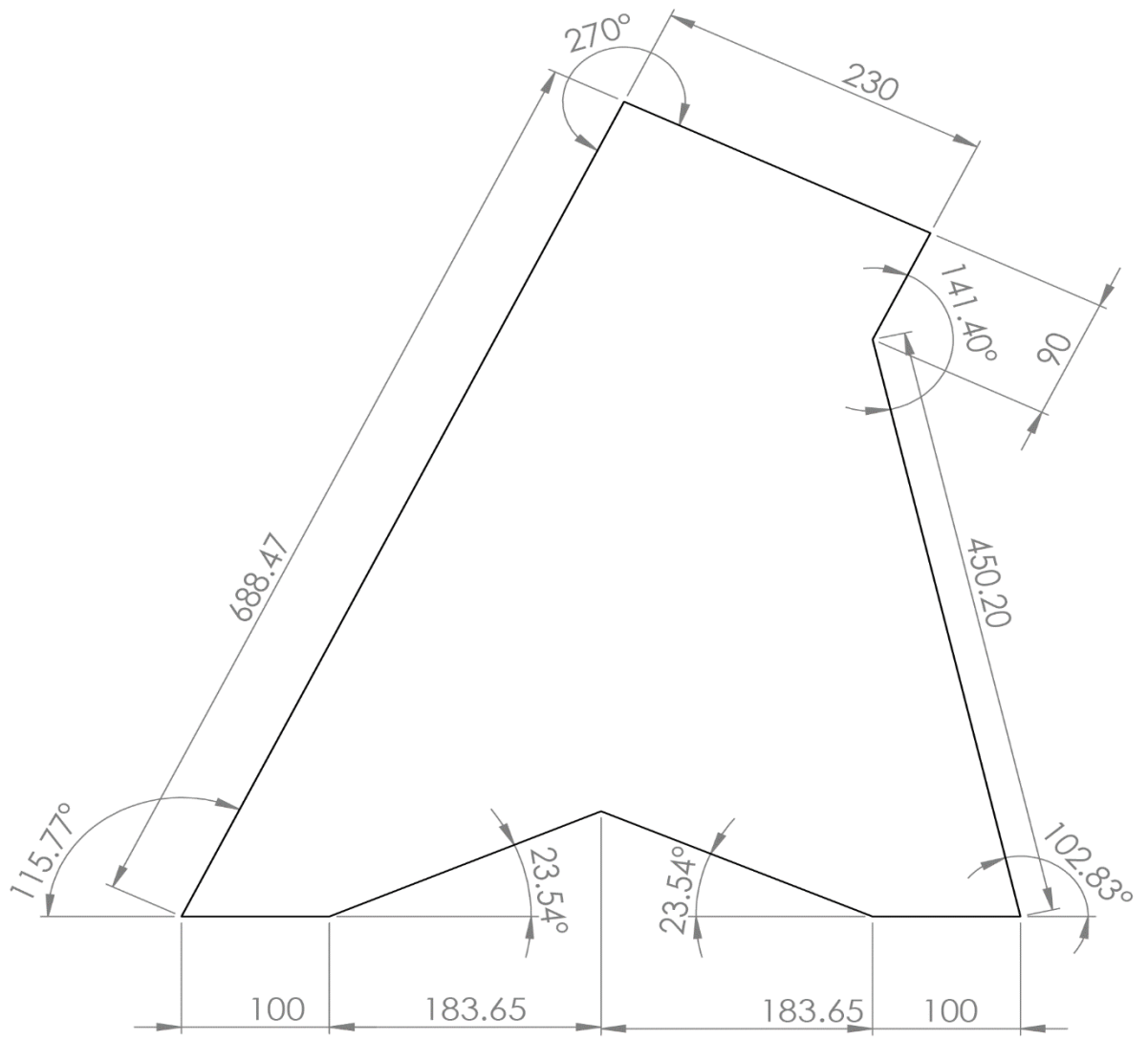
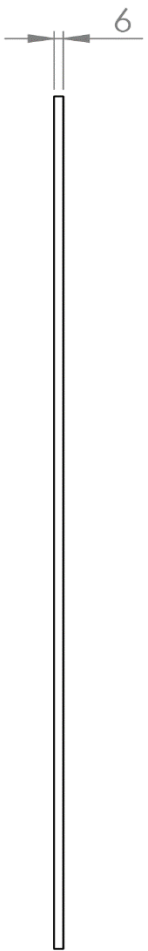
ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 5 de 13
PROYECTO: OLIN		TÍTULO: Pieza_base1	
SISTEMA: 		FECHA: 12/05/2016	A4
		CANTIDAD DE PIEZAS: 2	

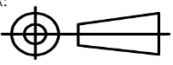


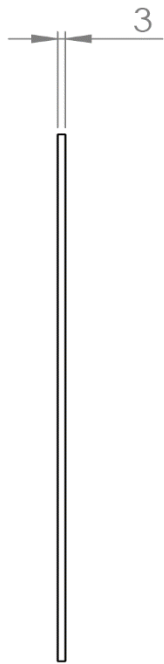
ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 6 de 13
PROYECTO: OLIN		TÍTULO: Pieza_base2	
SISTEMA: 		FECHA: 12/05/2016	A4
		CANTIDAD DE PIEZAS: 2	

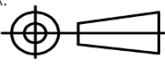


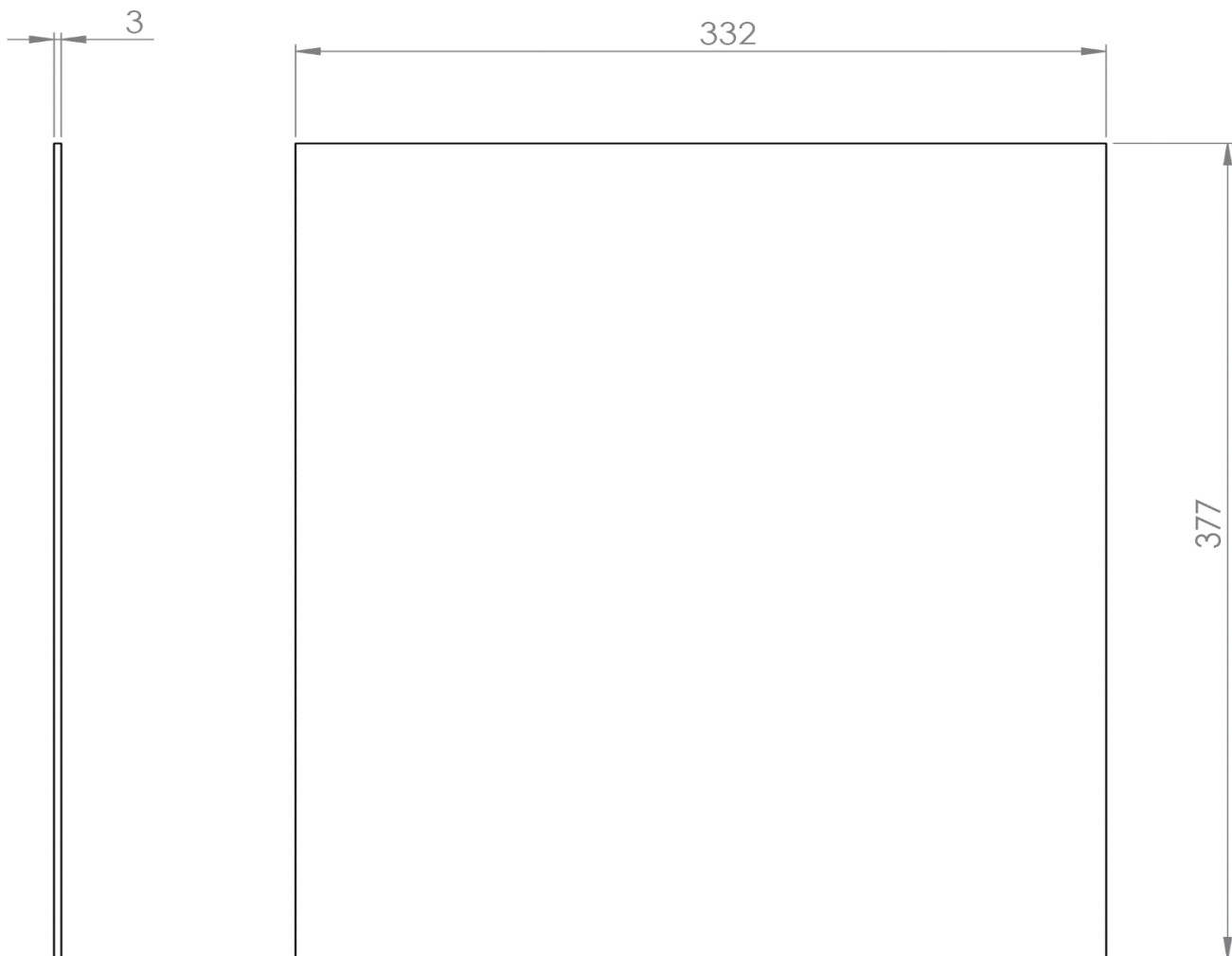
ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 7 de 13
PROYECTO: OLIN		TÍTULO: Pieza_kinect	
SISTEMA: 		FECHA: 12/05/2016	A4
		CANTIDAD DE PIEZAS: 1	

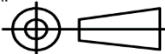


ESCALA: 1:5	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 8 de 13
PROYECTO: OLIN		TÍTULO: Pieza_lateral	
SISTEMA: 		FECHA: 12/05/2016	A4
		CANTIDAD DE PIEZAS: 2	



ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 9 de 13
PROYECTO: OLIN	TÍTULO: Pieza_superior		
SISTEMA: 	FECHA: 12/05/2016	A4	
	CANTIDAD DE PIEZAS: 1		



ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 10 de 13
PROYECTO: OLIN		TÍTULO: Pieza_tapa	
SISTEMA: 		FECHA: 12/05/2016	A4
		CANTIDAD DE PIEZAS: 1	

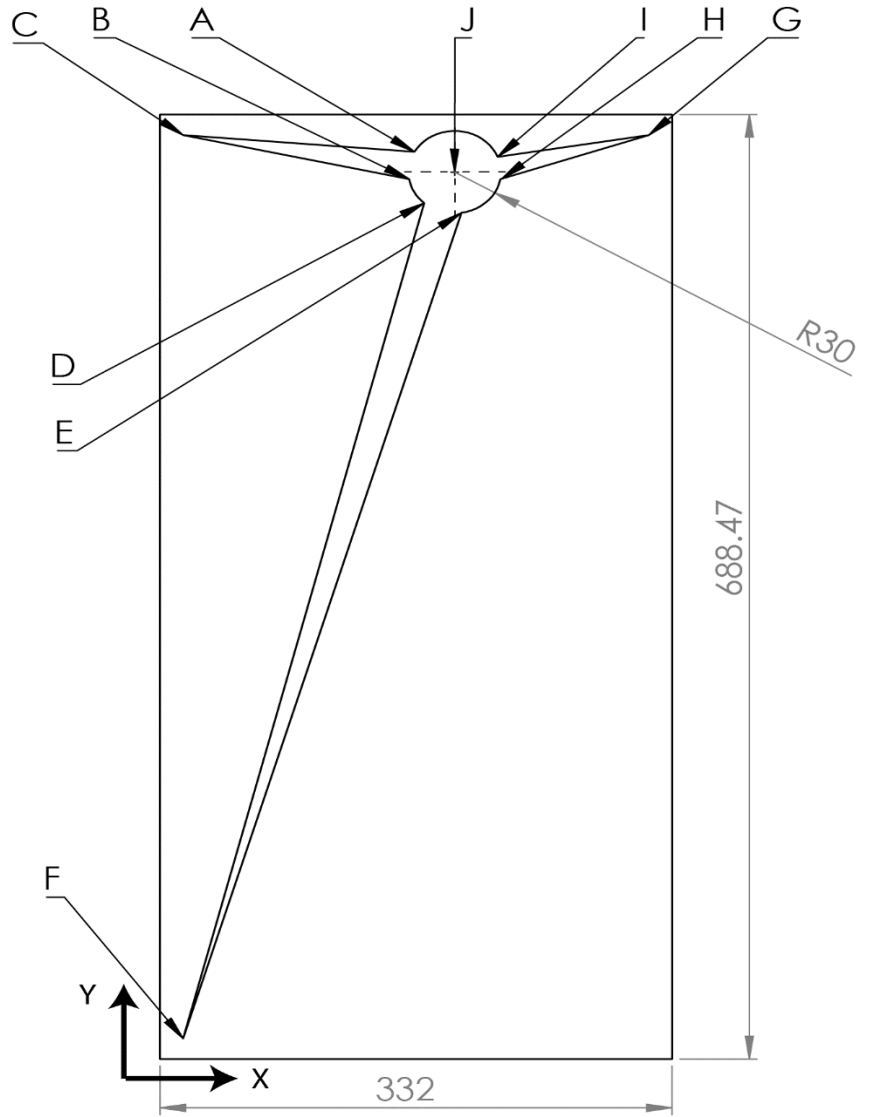
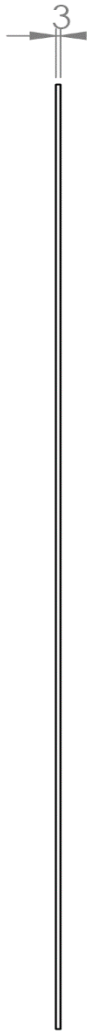
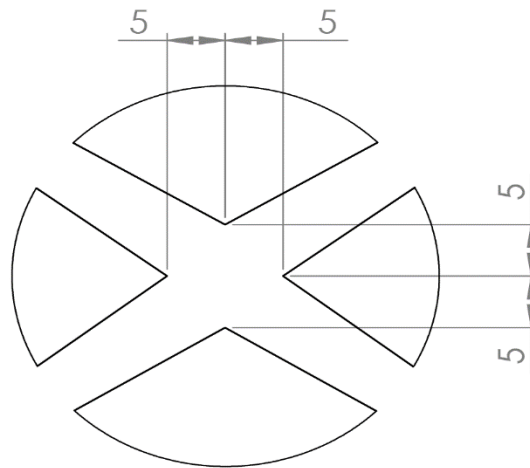
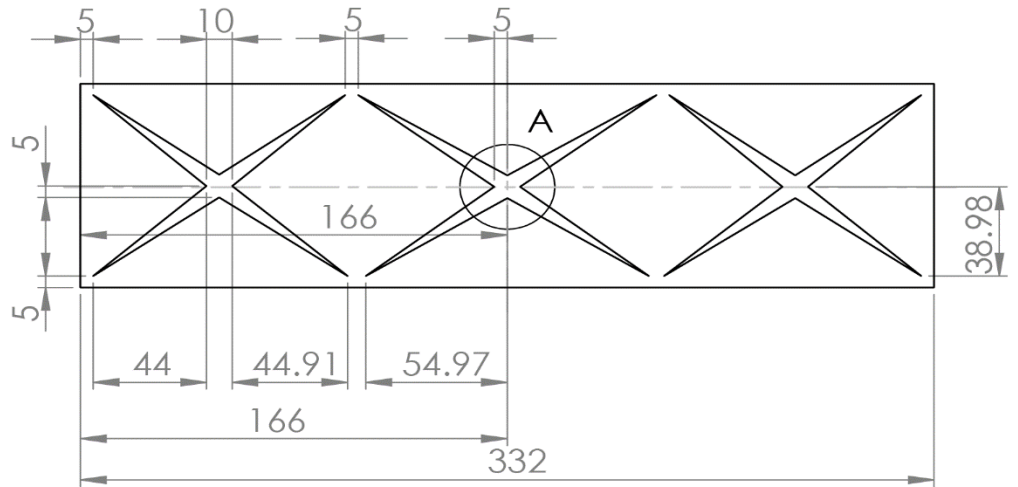
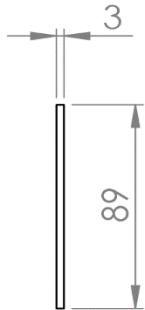


Tabla de coordenadas

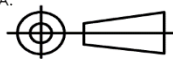
Punto	X	Y
A	164.92	661.30
B	161.45	641.27
C	15	673.47
D	171.23	623.90
E	195.33	616.78
F	15	15
G	317	673.47
H	220.55	641.27
I	218.90	657.49
J	191	646.47

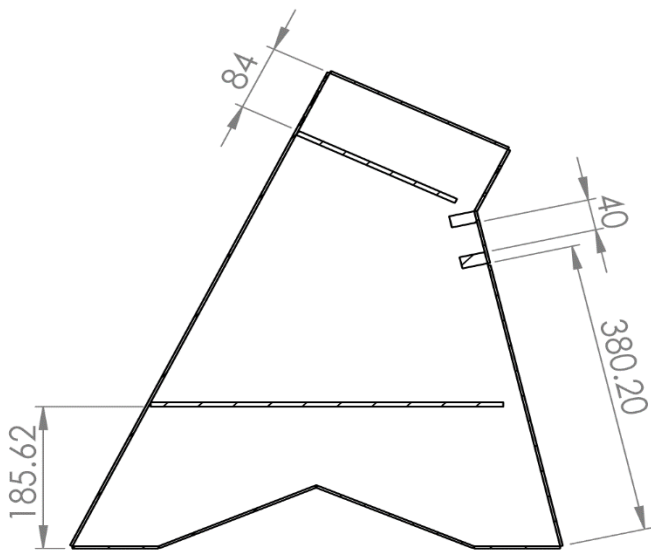
ESCALA: 1:5	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 11 de 13
PROYECTO: <b>OLIN</b>		TÍTULO: <b>Pieza_frontal</b>	
SISTEMA: 		FECHA: 12/05/2016	<b>A4</b>
		CANTIDAD DE PIEZAS: 1	



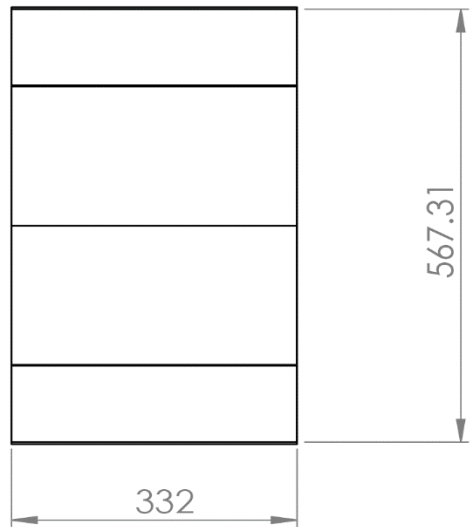
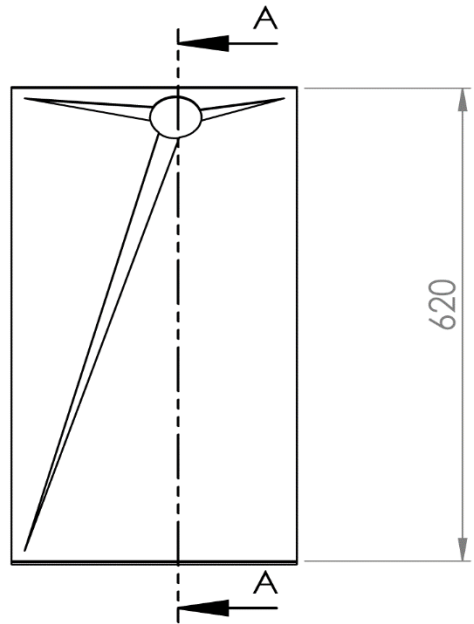


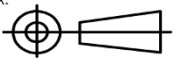
DETALLE A  
ESCALA 3 : 2

ESCALA: 1:3	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 12 de 13
PROYECTO: <b>OLIN</b>		TÍTULO: Pieza_ventilación	
SISTEMA: 		FECHA: 12/05/2016	<b>A4</b>
		CANTIDAD DE PIEZAS: 1	



SECCIÓN A-A



ESCALA: 1:9	UNIDADES: mm	AUTOR: Fabian Pradel Jurado	Plano 13 de 13
PROYECTO: OLIN		TÍTULO: Ensamble	
SISTEMA: 		FECHA: 12/05/2016	A4
		CANTIDAD DE PIEZAS: 1	