



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

PAUTAS PARA EL DISEÑO DE AMBIENTES INTERACTIVOS QUE MEJOREN LA
EXPERIENCIA DE USUARIO EN UN TRANSPORTE COLECTIVO

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN MEDIOS INTERACTIVOS

PRESENTA:
LAURA ARIAS OROPEZA

DIRECTOR DE TESIS:
M.D.D. JORGE ESPINOZA COLÓN

CO-DIRECTOR:
M.T.I. MARIO ALBERTO MORENO ROCHA

Huajuapán de León, Oaxaca, México, Febrero, 2016

A mis Padres por su apoyo incondicional,
a mi Abuela paterna por apoyar este proyecto y creer en mí,
a mis hermanos, deseo sigan preparándose profesionalmente,
a toda persona que se ha querido dar por vencida; la persistencia te lleva a grandes cosas,
Cree en ti.

Agradecimientos

Estoy muy agradecida por haber pertenecido a la Universidad Tecnológica de la Mixteca, por coincidir con cada una de estas personas y dejarme una enseñanza positiva.

A Dios por ser bueno conmigo.

A mi director de tesis, gracias M.D.D. Jorge Espinoza Colón por no dejarme a mitad del camino, por apoyar este proyecto tan importante en mi vida, por su tiempo, por su esfuerzo, por su paciencia, por su trabajo, por su amistad, gracias.

A mi Co-Director M.T.I. Mario Alberto Moreno Rocha agradezco muchísimo el apoyo brindado, su paciencia, su tiempo, sus conocimientos, su amistad.

Sin ustedes no hubiese sido posible este logro.

Agradezco a la Lic. Aleyda Navarrete por empezar conmigo este proyecto, por su amistad, por estar junto a mí casi toda la maestría.

Quiero agradecer al diseñador Ezequiel Terán, al Ing. Etelberto Sánchez y al Ing. Fernando Cortes por su apoyo aportado en esta tesis, aprecio mucho su trabajo.

Agradezco a Carlos Sandoval, técnico a cargo del Laboratorio de Usabilidad de la UTM por ayudar en las pruebas de Usabilidad, además agradezco a las personas que me ayudaron como usuarios para evaluar y mejorar este sistema.

Gracias a mis amigos y amigas en especial a la Lic. Cristina, Lic. Fany, Thalía, Ing. Emilio Sánchez, Ing. Noé García e Ing. Francisco Ramírez, por los ánimos, por su amistad, por estar al tanto de este proceso.

Gracias a los revisores de tesis: Dr. José Aníbal Arias Aguilar, Dr. Santiago Omar Caballero, M.C. Luis A. Zarza López, M.A.V. Alejandro Bravo Guzmán, por sus aportes a este proyecto, gracias Dr. Agustín Santiago por su apoyo.

Agradezco a los maestros y doctores que me dieron clases en la Universidad Tecnológica de la Mixteca, al personal en general de la misma por ser tan amables y por hacer una estadía muy agradable.

Por último, pero no por eso menos importante, quiero agradecer al Lic. Yael Mendoza.

ÍNDICE

Capítulo I. Aspectos preliminares

1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	7
1.4. Alcances.....	11
1.5. Justificación.....	11
1.6. Hipótesis.....	12
1.7. Objetivos.....	12
1.8. Metas.....	13
1.9. Metodología.....	13

Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Clasificación de Transportes Colectivos en México.....	16
2.2. Elementos de la Experiencia de Usuario (UX).....	18
2.2.1. Diseño conceptual del medio interactivo.....	21
2.2.3.1. Principios de Accesibilidad.....	22
2.2.3.2. Principios de Interacción y Usabilidad.....	26
2.2.3.3. Componentes de la Arquitectura de la Información.....	28
2.2.4. Diseño visual del medio interactivo.....	29
2.2.4.1. Principios del lenguaje visual.....	32
2.3. El color como elemento comunicante.....	34
2.3.1. Significados denotativos.....	35
2.3.2. Significados connotativos.....	36

Capítulo III. Desarrollo de la propuesta

3.1. Perfil del usuario.....	37
3.2. Inventario de contenidos informativos de la aplicación interactiva.....	37
3.3. Diseño de Interacción.....	38
3.4. Bocetaje de elementos gráficos.....	42
3.5. Representación a detalle de la propuesta.....	44
3.6. Tecnología aplicada.....	46

Capítulo IV. Evaluación

4.1. Pruebas de Usabilidad.....	48
4.1.1. Primera prueba de Usabilidad.....	49
4.1.1.1. Resultados cuantitativos.....	51
4.1.1.2. Resultados cualitativos.....	54
4.1.2. Recomendaciones y mejoras.....	54
4.1.3. Segunda prueba de Usabilidad.....	56
4.1.3.1. Resultados cuantitativos.....	56
4.1.3.2. Resultados cualitativos.....	58

Capítulo V. Conclusiones

5.1. Propuesta de pautas.....	59
5.2. Comprobación de hipótesis	60
5.3. Trabajo futuro.....	62
Anexos.....	63
Lista de referencias.....	68
Tipo de referencias consultadas.....	70
Referencias de Figuras.....	73
Referencias de Tablas.....	74

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de mejora de experiencia de viaje	3
Figura 2. Ejemplo del Metro de Corea del Sur.....	3
Figura 3. Ejemplo del Metro de Estocolmo.....	4
Figura 4. Ejemplos de mejoras en la experiencia de viaje en México.....	4
Figura 5. Problemas observados en el Sistema de Transporte Colectivo metro de la Ciudad de México	10
Figura 6. Conceptualización del ambiente inversivo-interactivo y prueba de Mago de Oz	10
Figura 7. Esquema de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario	14
Figura 8. Elementos de las vías del Metro	17
Figura 9. Elementos del interior de un vagón	18
Figura 10. Elementos de la UX, según James Garret	20
Figura 11. Modelo trídico de Pierce	20
Figura 12. Esquemmatización de los tipos de signos	29
Figura 13. Caribe Mexicano	30
Figura 14. Botones de navegación global	38
Figura 15. Botón de regreso a la página de inicio y botón de preguntas	39
Figura 16. <i>Storyboard</i>	42
Figura 17. Diagrama de la estructura de información	41
Figura 18. Caribe Mexicano	43
Figura 19. Bocetos de fauna marina	43
Figura 20. Comparativo entre imagen real e ilustración	43
Figura 21. Tipografía y paleta de color	44
Figura 22. Página de inicio	44
Figura 23. Selección de opciones	45
Figura 24. Escenario Fauna Marina	45
Figura 25. Selección de elemento y visualización de la información	46
Figura 26. Usuarios durante la ejecución de la prueba	48
Figura 27. Instalación del área de pruebas para el facilitador y el usuario	50
Figura 28. Instalación del área de observación no participante.....	50
Figura 29. Limpieza en los elementos visuales del fondo	54
Figura 30. Propuesta de avatar en la aplicación	55

Figura 31. Propuesta de avatar en la aplicación	55
---	----

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Tabla comparativa de ejemplos de mejora de la experiencia de viaje.....	5
Tabla 2. Zonas metropolitanas mayores de un millón de habitantes.....	8
Tabla 3. Definiciones de Experiencia de Usuario.....	19
Tabla 4. Determinación de actividades, herramientas y suministros.....	31
Tabla 5. Vinculación de actividades, herramientas y suministros.....	31
Tabla 6. Definición del perfil de usuario.....	37
Tabla 7. Esquema de la metodología de Mihai Nadin.....	38
Tabla 8. Formas de medición.....	49
Tabla 9. Fechas programadas para las pruebas.....	50
Tabla 10. Hardware y software utilizado en las dos pruebas.....	51
Tabla 11. Características de los usuarios en la prueba 1.....	51
Tabla 12. Indicadores del logro de las tareas de la actividad 1.....	52
Tabla 13. Indicadores del logro de las tareas de la actividad 2.....	52
Tabla 14. Indicadores del logro de las tareas de la actividad 2.....	53
Tabla 15. Duración total de la interacción y promedio general.....	53
Tabla 16. Calificación general de la aplicación.....	53
Tabla 17. Características de los usuarios en la prueba 2.....	56
Tabla 18. Comparativo de resultados de la actividad 1.....	56
Tabla 19. Comparativa de resultados de la actividad 2.....	57
Tabla 20. Comparativa de resultados de la actividad 3.....	57
Tabla 21. Comparativo entre duración total y promedios.....	57
Tabla 22. Comparativo de calificación general de la aplicación.....	58

Capítulo I. Introducción

1.1. Introducción

En esta tesis se abordó desde el enfoque de los Medios Interactivos la problemática generada por los tiempos prolongados de traslado y que inciden en la experiencia de viaje en transportes públicos masivos.

Para lograr lo anterior se propuso la conceptualización de un ambiente inmersivo-interactivo, con la temática del mundo marino, para un Transporte Colectivo a fin de generar una atmósfera que remitiera a lo natural y que provocará relajación en los usuarios. El fenómeno que se estudió es la interacción del usuario con elementos multimedia (aplicación multimedia informativa de la fauna marina, música y ambientación) dentro de un vagón de transporte colectivo y cómo éstos inciden en la “Experiencia de Usuario”.

A partir de las lecciones aprendidas durante la realización de la tesis, se generaron pautas para realizar este tipo de proyectos, lo cual puede ser retomado por investigadores o personas interesadas en esta temática.

En el capítulo 1 se presentan antecedentes de proyectos correspondientes a la experiencia de viaje en un transporte colectivo, se desarrolla el planteamiento del problema, los objetivos y metas que se pretenden lograr; además de la metodología a seguir para poder hacer posible la investigación.

En el capítulo 2 se describen los tipos de transportes colectivos, se define qué es la Experiencia de Usuario, así como los principios de usabilidad, de diseño e interacción que son base fundamental para la creación de la aplicación multimedia informativa de la fauna marina.

En el capítulo 3 se expone el desarrollo de la aplicación: el perfil del usuario, el inventario de contenidos informativo, el diseño de interacción y el tratamiento visual del prototipo de la aplicación multimedia.

El capítulo 4 contiene los resultados de las pruebas realizadas y se muestran las mejoras realizadas a la aplicación.

Finalmente, en el capítulo 5 se mencionan las pautas para el diseño de ambientes interactivos obtenidas después de observar, evaluar y analizar la interacción entre los usuarios potenciales y el sistema inmersivo-interactivo.

1.2. Antecedentes

En el mundo existen proyectos implementados en sistemas de Transportes Colectivos orientados a mejorar la experiencia de viaje, a continuación se mencionan ejemplos representativos a fin de contextualizar al lector en la temática que aborda esta tesis: la generación de pautas para mejorar la Experiencia del Usuario de Transportes Colectivos en México, donde en promedio los habitantes emplean dos horas diarias en transportarse de un punto a otro [1].

El metro de Moscú es de los más usados en el mundo, con cerca de 3.2 billones de usuarios al año, viajando en 12 líneas y 172 estaciones, dicho sistema cubre 286.46 km, y aunque la mayoría de las líneas son subterráneas, hay un par que van en paralelo con puentes y túneles que permiten apreciar el río Moskva y Yauza [2].

El metro de Londres auspicia y contribuye a las artes a través de los programas *Platform for Art* y *Poems on the Underground*. En sus instalaciones se muestran carteles y marquesinas con trabajo artístico y poesía para crear un ambiente de impacto positivo y hacer más agradables los viajes [3].

En Madrid, España, la corporación tecnológica TECNALIA de Euskadi y la empresa madrileña GOWEX presentaron en 2012 el desarrollo de un sistema de información geolocalizada y contextualizada para el transporte público. Este sistema posibilita a los usuarios acceder a información de interés durante su trayecto en sus dispositivos móviles o en pantallas LCD (por sus siglas en inglés, *liquid crystal display*), tanto en autobuses como en marquesinas. [4]

La información que se mostraba a los usuarios para incidir en una mejor experiencia de viaje fue:

- Servicios de información de interés (líneas, paradas, horarios, tiempos estimados de llegada o espera, temperatura exterior, humedad, velocidad del autobús).
- Servicios de atención ciudadana (información municipal, noticias, eventos).
- Servicios de publicidad.

Se considera que el sistema podrá ser replicable en otros medios de transporte públicos o privados como trenes, tranvías o metro [4].

En el año de 2008, la empresa sueca de muebles y decoración, IKEA, decoró un

transporte público en Japón, el contexto fue el metro de Kobe, convirtiéndolo en una sala de exposición en movimiento. El tren cuenta con diversas combinaciones de colores, tapicería brillante y cortinas de lujo, con la finalidad de mejorar la estancia del usuario [5].



Figura 1. Ejemplos de mejora de experiencia de viaje. De izquierda a derecha, metro de Kobe en Japón; proyecto “Art on Track” en Chicago, y publicidad en metro de Madrid, España.

Un proyecto similar se implementó en Chicago, EE. UU., donde “el estadounidense Tristan Hummel, buscó la forma de reinventar el viaje en el Metro de Chicago para hacerlo más atractivo y quitarle el ajetreo cotidiano”. Creó “Art on Track”, una forma artística de decorar los vagones del metro por artistas y colectivos locales [6].

Otra manera de incidir en la experiencia de viaje es por medio de la publicidad atractiva o lúdica, un ejemplo es la publicidad mostrada en andenes, vestíbulos, pasillos e intercambiadores de los metros de Madrid, Valencia y Bilbao. [7].



Figura 2. Ejemplo del Metro de Corea del Sur.

También se identificó que además de mostrar publicidad en el transporte público, las empresas utilizan este medio para vender productos, por ejemplo, en el Metro de Corea del Sur, la empresa Homeplus identificó que sus clientes acostumbran a hacer

la compra al volver del trabajo. Considerando lo anterior la empresa simuló, mediante pantallas, las estanterías con productos que muestran un código (ver figura 2), de esta manera, mientras los pasajeros esperan que llegue el metro, capturan con su teléfono móvil el código de los productos que desean comprar y la empresa los manda a la casa de su cliente, una vez que este llega [40].

Por otra parte, el transporte público y sus instalaciones pueden funcionar como atractivo turístico, un ejemplo es el Metro de Estocolmo, el cual cuenta con 100 estaciones, 47 de las cuales son subterráneas. Este Metro decidió decorar sus instalaciones con un estilo surrealista en donde predominan los colores: rojo y azul (ver figura 3). De esta manera se ha posicionado como uno de los atractivos turísticos de la capital de Suecia [41].



Figura 3. Ejemplo del Metro de Estocolmo.

Finalmente, en la Ciudad de México, en el transporte colectivo Metrobus se han implementado pantallas que ofrecen al viajero contenidos informativos de interés, a fin de entretenerlo durante su recorrido. Además, en el Sistema de Transporte Colectivo (SCT) Metro, se han implementado zonas de exposición de arte que se pueden admirar en los pasillo que dirigen a la parada de la estación, por ejemplo, en el 2015 el SCT Metro en colaboración con el *British Council*, presentó la exposición de arte británico “Entre el Tren y el Andén” [42].



Figura 4. Ejemplos de mejora en la experiencia de viaje en México. De izquierda a derecha: pantalla con contenido informativo en el Metrobus e inauguración de la exposición de arte en la Línea 7 del SCT Metro.

Esta exposición estuvo conformada por 23 piezas de 11 artistas, presentadas en las vitrinas culturales de la estación Polanco de la Línea 7 del Metro. La muestra reunió piezas con técnicas de pintura, textil y fotografía.

A continuación se muestra una tabla comparativa del objetivo y los aspectos técnicos que se han aplicado en los propuesta revisadas. En general se identificó que la estrategia para incidir en la experiencia de viaje es mostrar, durante la espera del transporte o durante el viaje, un elemento de interés que entretenga al viajero, ejemplos de elementos de interés son publicidad emocional, obras de arte, decoración interior o servicios como la venta de productos mediante dispositivos móviles o aplicaciones informativas acerca del viaje.

Transporte	Objetivo	Aspectos técnicos
Metro de Moscú. Proyecto del gobierno.	Ofrecer al pasajero la experiencia de admirar el río Moskva y Yauza.	Esta estrategia se aplica en la etapa de planeación inicial de las líneas del transporte y requiere el conocimiento de diseño urbano y ambiental. Lo especialistas involucrados son: urbanistas, ingenieros civiles y arquitectos.
Metro de Londres. Proyecto de la administración del transporte.	Mostrar carteles y marquesinas con trabajo artístico y poesía para crear un ambiente de impacto positivo y hacer más agradables los viajes.	Diseño de carteles y marquesinas con contenido artístico. Su implementación requiere un trabajo colaborativo entre artistas y el área administrativa del transporte. Requiere determinar los tipos de soporte (materiales y marcos) y ubicación estratégica de los carteles.
Transporte público de Madrid. Proyecto de TECNALIA y GOWEX en colaboración en colaboración con la administración del transporte.	Desarrollo de un sistema de información geolocalizada y contextualizada para el transporte público, que posibilita a los usuarios acceder a información de interés durante su trayecto en sus dispositivos móviles o en pantallas LCD, tanto en autobuses como en marquesinas.	El sistema requiere la participación de especialistas en programación e ingeniería de software. Se debe considerar los alcances y limitaciones de los dispositivos móviles y la infraestructura de comunicación y transmisión de datos del país.
Metro de Kobe en Japón. Proyecto de la empresa IKEA en colaboración	Decorar un vagón del metro, a fin de promocionar mercancía	Este proyecto requiere la modificación de los asientos para tapizarlos con textiles texturizados, además requiere la colocación

Transporte	Objetivo	Aspectos técnicos
con la administración del transporte.	de la empresa IKEA.	de laminados en los pisos y la aplicación de tapiz en la paredes del vagón.
Metro de Chicago. Proyecto del artista Tristan Hummel en colaboración con colectivos locales y la administración del transporte.	El proyecto "Art on Track" ofrece al viajero la oportunidad de disfrutar obras de arte integradas en el interior del vagón.	Este proyecto requiere adaptaciones en el interior del vagón en función del tipo de obra artística. Por ejemplo: marcos para sostener las pinturas y colocación de textiles en la parte superior del vagón.
Publicidad en Metros de España. Proyecto de empresas en colaboración con la administración del transporte público.	Mostrar publicidad lúdica en andenes, vestíbulos, pasillos e intercambiadores de los metros de Madrid, Valencia y Bilbao, a fin de mostrar la marca de productos e incidir emocionalmente en el consumidor que usa el transporte público.	En este proyecto se usan pantallas dentro del vagón para mostrar material audiovisual de marcas. También se utilizan carteles o vinil pegado en las paredes de los pasillos e intercambiadores. Se hace uso de retórica visual para persuadir y atraer la atención de los pasajeros. Los especialistas requeridos son: programadores, diseñadores industriales, arquitectos, publicistas y mercadólogos.
Metro de Corea del Sur. Proyecto de la empresa Homeplus en colaboración con la administración del transporte.	Ofrecer una simulación de las estanterías de la tienda en las paradas del Metro para que los viajeros compren mercancía mientras esperan el tren, por medio de la lectura de códigos que aparecen junto a la imagen de cada producto.	Requiere la implementación de la tecnología de código QR (del inglés <i>Quick Response Code</i>), la cual consiste en guardar información en una matriz de puntos o código de barras, que puede ser escaneada y leída por un teléfono celular inteligente a fin de realizar un proceso digital, en el ejemplo del Metro de Corea del Sur, el proceso es registrar en la base de datos de la tienda virtual los productos que el viajero ha elegido comprar. Los especialistas requeridos son: programadores, diseñadores industriales y arquitectos.
Metro de Estocolmo. Proyecto de la administración del transporte.	Incidir en la experiencia del viajero mientras se traslada por los pasillos del Metro, mediante la ambientación con un estilo surrealista.	Este proyecto requiere la participación de diseñadores industriales, diseñadores de interiores y arquitectos, así como ingenieros, a fin de planificar y resolver los detalles arquitectónicos (acabados, recubrimientos,

Transporte	Objetivo	Aspectos técnicos
		instalaciones) que requiere una ambientación del espacio.
Metrobus. Proyecto de la administración del transporte.	Pantallas que ofrecen contenido informativo a fin de entretener al viajero durante su recorrido.	Requiere la instalación de pantallas y bocinas en una zona alta y visible para la mayoría de los pasajeros. Los contenidos deben ser desarrollados para ofrecer información genérica y de interés para el pasajero promedio. Los especialistas requeridos son: ingenieros en electrónica, comunicadores, diseñadores multimedia.
Metro de la Ciudad de México. Proyecto de la administración del transporte en colaboración con el <i>British Council</i> .	Zonas de exposición de arte que se pueden admirar durante el recorrido a la parada de la estación.	Requiere la participación de curadores de arte, museógrafos, arquitectos, diseñadores gráficos y diseñadores industriales. Para este proyecto se tuvo que adecuar un espacio mediante un diseño arquitectónico para cumplir con las condiciones necesarias para exponer obras de arte (Vitrinas de cristal, muros con fondo claro).

Tabla 1. Tabla comparativa de ejemplos de mejora de la experiencia de viaje.

1.3. Planteamiento del problema

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), entre 1990 y 2010, la población de México creció en 31 millones de personas, con ese aumento, el país tuvo 112.3 millones de habitantes, colocándose en el lugar 11 entre las naciones más pobladas del mundo. Los países con más habitantes son China, India y Estados Unidos [8].

La mitad de la población de México se concentra en las grandes ciudades, por ejemplo, 47.6% de los habitantes del país viven en localidades de 100,000 personas o más [8].

El incremento en la superficie urbana también presentó cambios significativos, por ejemplo, de acuerdo con el INEGI, de 1980 al 2010 la superficie urbana de las 59 Zonas Metropolitanas (ZM) y ciudades mayores a 50 mil habitantes aumentó un 600%, siendo las 11 ZM (ver tabla 2) de más de un millón de habitantes las que concentran

esta superficie. “El crecimiento físico de estas zonas fue superior al de la cobertura de sus necesidades, la población creció 1.8 veces mientras que la superficie se multiplicó por 5” [9].

Zona metropolitana	Población				Superficie urbana (incluye sólo manzanas)				Densidad (habitantes por hectárea) 2010
	1980	2000	2010	Veces que incrementó de 1980-2010	1980 (ha)	2000 (ha)	2010 (ha)	Veces que incrementó de 1980-2010	
Total de las 59 ZM	32,796,164	54,284,700	63,836,779	1.9	156,923		929,335	5.9	
Subtotal 11 ZM de más de 1 millón de habitantes	23,384,244	35,801,896	41,369,040	1.8	101,543		509,332	5.0	62.0
Participación en el total de las 59 ZM (%)	71.30	65.95	64.80		64.71		54.81		
1. ZM del Valle de México	14,122,991	18,396,677	20,116,842	1.4	51,908	167,081	185,291	3.6	84.9
2. ZM de Guadalajara	2,244,715	3,699,136	4,434,878	2.0	12,726	39,795	48,585	3.8	70.2
3. ZM de Monterrey	2,061,744	3,381,005	4,106,054	2.0	12,855	55,035	63,018	4.9	52.0
4. ZM de Puebla-Tlaxcala	1,111,266	2,269,995	2,728,790	2.5	4,871	56,610	61,301	12.6	36.0
5. ZM de Toluca	568,004	1,540,452	1,936,126	3.4	1,309	29,928	35,208	26.9	38.0
6. ZM de Tijuana	491,797	1,352,035	1,751,430	3.6	6,101	22,380	26,672	4.4	50.5
7. ZM de León	732,845	1,269,179	1,609,504	2.2	2,502	12,327	17,031	6.8	66.4
8. ZM de Juárez	567,365	1,218,817	1,332,131	2.3	4,125	19,661	25,828	6.3	37.6
9. ZM de La Laguna	689,195	1,007,291	1,215,817	1.8	2,364	14,904	18,893	8.0	40.0
10. ZM de Querétaro	323,275	816,481	1,097,025	3.4	728	9,231	12,612	16.1	52.9
11. ZM de SLP-Soledad de Graciano Sánchez	471,047	850,828	1,040,443	2.2	2,000	12,859	14,893	7.4	52.7

Fuente: SEDESOL, *La Expansión de las Ciudades 1980-2010*, México 2012.

Tabla 2. Zonas metropolitanas mayores de un millón de habitantes. Evolución de la población y superficie urbana 1908-2010

“Mientras más crece una ciudad en extensión y población, los problemas que enfrenta también aumentan, el tema del transporte no es la excepción. Al ser cada vez mayores las distancias de desplazamiento aumenta la relevancia del transporte público.” [10]

Lo anterior es confirmado en el Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015, realizado por la ONU y el Senado de la República, en él se afirma que en las últimas tres décadas el proceso de expansión territorial de las ciudades de México provocó un incremento en las distancias, números y costos de traslados, mermando la calidad de vida de las familias. [9]

Para dimensionar la importancia del uso del transporte en México, en la ZM del Valle de México, la cual presenta la mayor densidad de población (84.9), el INEGI señala que el 29% del total de viajes diarios (alrededor de 6.3 millones) se realizan en automóvil privado y el 60.6% en transporte público concesionado de baja capacidad

(microbús, combis, autobús suburbano y taxi); el 8% se realiza en sistemas integrados de transporte público masivo (Metro, Metrobús, Tren ligero y Trolebús) y un 2.4% en bicicleta y motocicleta [9].

En este sentido, y de acuerdo con el Reporte Nacional de Movilidad Urbana, la movilidad, los tiempos de traslado, la calidad de transporte y la contaminación generado por ésta, son temas de gran relevancia para la Ciudad de México y otras ciudades importantes de nuestro país.

Considerando lo expuesto, en esta tesis se abordó desde el enfoque de los Medios Interactivos la problemática generada por los tiempos prolongados de traslado y que inciden en la experiencia de viaje en transportes públicos masivos. La decisión de tomar como caso de estudio este tipo de transporte se basa en lo siguiente:

- Es un medio que ofrece un bajo impacto ambiental y una alta eficiencia energética.
- Permite transportar un gran número de personas a grandes distancias y a un bajo costo.
- Es una alternativa recomendable para las grandes ciudades.
- Es relevante generar estudios que ayuden a mejorar el servicio de este tipo de transporte.

La experiencia de viaje se entiende como una “Experiencia de Usuario”, que de acuerdo con Hassan Montero y Martínez Fernández es:

El resultado de un fenómeno interactivo en el que intervienen... factores individuales, sociales, culturales, conceptuales y propios del producto [o entorno] [y] que se verá influida por expectativas y experiencia previas... [11]

El fenómeno que se estudió es la interacción del usuario con elementos multimedia dentro de un vagón de Transporte Colectivo y cómo éstos inciden en la “Experiencia de Usuario”.

Este proyecto de tesis tiene como antecedente un estudio [1] presentado en el concurso estudiantil de la Sexta Conferencia Latinoamericana de Interacción Humano Computadora (CLIHIC) 2013, en el que se identificó por medio de la técnica etnográfica “observación participante” que los usuarios del Sistema de Transporte Colectivo Metro de la ciudad de México se enfrentan a problemas como: exceso de gente en las paradas y en los vagones en horas “pico”, demasiado tiempo de espera, largos

tiempos de traslado e insuficiente ventilación en los vagones.



Figura 5. Problemas observados en el Sistema de Transporte Colectivo metro de la Ciudad de México.

Partiendo de la problemática se propuso la conceptualización de un ambiente inmersivo-interactivo, con la temática del mundo marino, para un vagón del Metro a fin de generar una atmósfera que remitiera a lo natural y que provocará relajación.

Para lograr que el usuario experimentara el ambiente marino se propusieron dos formas de interacción. La primera es visual, proyectando sobre el techo del vagón con la tecnología *3D Mapping* (una técnica de proyección de un efecto en 3D en superficies) un fondo marino e información de la próxima estación de llegada, para incidir en la mejora de la ventilación se propuso un sistema de ventilación con *MiniSplits* (equipos de aire acondicionado).

La segunda propuesta de interacción fue táctil; utilizando las ventanas del vagón con marcos aplicando la tecnología *Optir Touch* (marcos que convierten cualquier superficie convencional en un espacio de interacción táctil), se mostró una aplicación informativa de la fauna marina. El usuario podía entonces interactuar y si así lo deseaba aprender del mundo marino mientras viaja a su destino.

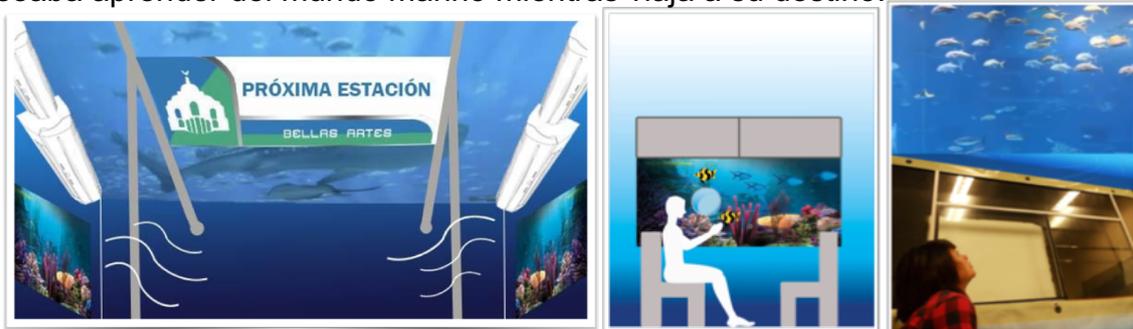


Figura 6. Conceptualización del ambiente inmersivo-interactivo y prueba de Mago de Oz.

Para el concurso estudiantil solo se realizaron pruebas de Mago de OZ¹ con prototipos en papel, de ahí que en esta tesis se desarrolló la aplicación multimedia informativa de la fauna marina, para evaluar si ésta, integrada en la simulación del ambiente marino, incide en la “Experiencia de Usuario” dentro de un Transporte Colectivo.

1.4. Alcances

Debido a que en el STC Metro no se pueden realizar pruebas de Usabilidad, el proyecto se limitó a considerar las características genéricas de un Transporte Colectivo, de esta manera no se enfocó en algún medio en particular (Metro o Metrobus). Además, en las pruebas aplicadas en este proyecto participaron estudiantes de la Universidad Tecnológica de la Mixteca, de ahí que los resultados obtenidos solo son válidos para contextos similares al de los estudiantes.

1.5. Justificación

El valor académico de este proyecto son las pautas para el diseño de Ambientes Interactivos que mejoren la Experiencia de Usuario en un Transporte Colectivo.

Por lo anterior, se retomarán los principios aplicados en la Experiencia de Usuario: principios de Accesibilidad, principios de Usabilidad y principios del Lenguaje Visual, para determinar cuáles pueden ser útiles en el diseño de ambientes interactivos aplicados al caso de estudio.

Como parte del desarrollo del proyecto, y con base en los resultados de las pruebas, se propone generar pautas para el diseño de ambientes interactivos que mejoren la Experiencia de Usuario en un Transporte Colectivo a partir del desarrollo una simulación de un ambiente marino inmersivo-interactivo (colores, música de fondo y la interacción con una aplicación multimedia informativa), que incida en la experimentación de sensaciones agradables.

Las decisión de considerar como temática al ambiente marino se fundamenta en una encuesta (ver anexo 1 y 2) realizada con una población total conformada por 1044 alumnos, 641 hombres y 403 mujeres, de los cuales se tomó una muestra de 282 alumnos, 185 del sexo masculino y 97 del sexo femenino, se les preguntó acerca del

¹En este tipo de pruebas el usuario interactúa con lo que parece ser una computadora, pero realmente es un simulación, ya sea por un humano, al cual se le denomina el “mago” o una computadora [12].

ambiente natural y que color les provoca relajación, debido a que el color azul fue mayormente asociado a la tranquilidad (118 alumnos), se consideró como opción de ambiente un lugar relacionado con el mar (105) y la playa (34), pues en ellos predomina el color azul.

Además, se identificaron reportes de investigación de corte cuantitativo que respaldan la elección del color azul como elemento generador de sensaciones positivas. A partir de 5 estudios realizados en un periodo de 40 años, en alumnos de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Dra. Georgina Ortíz identificó lo siguiente en relación al color azul².

Es un color que se asocia con significados positivos como: felicidad, bonito, eternidad, agradable, amigo, paternal, simpatía, aprecio, tranquilo, descanso, acogedor, atractivo, meditación. En combinación con rosa o amarillo se asocia a lo agradable, amigo, y felicidad; en combinación con el rosa y el blanco, se asocia con suave, fraternal y acogedor.

1.6. Hipótesis

Al aplicar estimulación auditiva, visual y táctil por medio de una simulación del ambiente marino dirigido a usuarios de un Transporte Colectivo, se mejorará la Experiencia de Usuario.

1.7. Objetivos

General

Proponer una simulación del ambiente marino y a partir de ello generar pautas para el diseño de ambientes interactivos que mejoren la Experiencia de Usuario en un Transporte Colectivo.

Específicos

- Determinar el inventario de contenidos de la aplicación multimedia que presentará información de la fauna marina.
- Desarrollar el diseño de interacción de la aplicación multimedia informativa.

² Los reportes de los estudios se encuentran en el libro: Ortiz, Georgina (2011) *El significado de los colores* (3ª ed.). México: Trillas.

- Determinar el estilo visual de la interfaz gráfica y de los contenidos de la aplicación.
- Proponer la decoración del espacio de pruebas del laboratorio de Usabilidad, que servirá para simular el ambiente marino dentro de un vagón de Transporte Colectivo.
- Evaluar la Experiencia de Usuario mediante el análisis de la Usabilidad generada por la inmersión de participantes en un ambiente marino y su interacción con la aplicación multimedia informativa.
- Realizar mejoras a la aplicación multimedia informativa a partir de las pruebas de Usabilidad.

1.8. Metas

- Utilizar los medios tecnológicos disponibles en la Universidad Tecnológica de la Mixteca para realizar la simulación del ambiente marino.
- Desarrollar un prototipo de la aplicación multimedia informativa de la fauna marina.
- Medir las variables eficacia, eficiencia y satisfacción en la evaluación.
- Realizar mejoras a la aplicación multimedia informativa a partir de la primera prueba de Usabilidad.
- Generar pautas para el diseño de ambientes interactivos que mejoren la Experiencia de Usuario en un Transporte Colectivo a partir de los resultados de la evaluación.

1.9. Metodología

Por la naturaleza del problema a tratar, así como los elementos que guiarán este proyecto, se ha elegido la metodología del Diseño Centrado al Usuario, o por sus siglas en Inglés *User Centered Design*, definida por la Organización Internacional de Normalización (ISO) como un enfoque del desarrollo de sistemas interactivos que incorpora factores humanos y conocimientos ergonómicos [11].

Esta metodología es pertinente porque permite centrar las decisiones de diseño en las necesidades y expectativas del usuario, lo cual incide en que el producto ofrezca condiciones que favorezcan la usabilidad del sistema. La figura 7 muestra un diagrama de esta metodología iterativa:

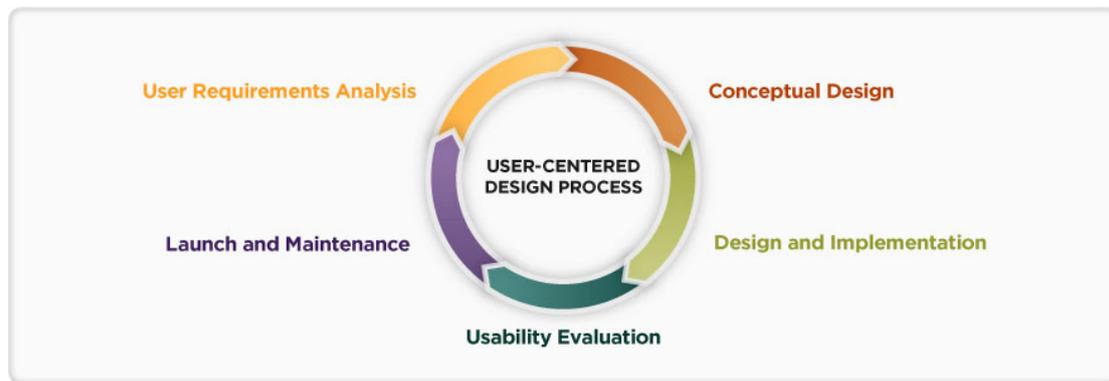


Figura 7. Esquema de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario.

Debido a que el propósito del proyecto solo es evaluar un prototipo y generar pautas a partir de las lecciones aprendidas, se aplicaron las siguientes etapas del DCU:

- **Análisis de los requerimientos del usuario:** en esta etapa se aplicó la técnica etnográfica “observación participante” para identificar los problemas a los que se enfrentan los usuarios de un Sistema de Transporte Colectivo en la ciudad de México, los elementos problemáticos identificados son: exceso de gente en las paradas y en los vagones en horas “pico”, demasiado tiempo de espera, largos tiempos de traslado e insuficiente ventilación en los vagones.
- **Diseño conceptual:** desde el enfoque de los medios interactivos se propuso el diseño de una aplicación multimedia informativa de la fauna marina que integrado en la ambientación de un mundo marino (colores y música) en un vagón de un Transporte Colectivo, mejoré la experiencia del usuario durante el traslado hacia su destino. Para ello se realizó lo siguiente:
 - El inventario de contenidos de la aplicación multimedia que presenta información de la fauna marina.
 - El diseño de interacción de la aplicación multimedia informativa.
 - El estilo visual de la interfaz gráfica y de los contenidos de la aplicación multimedia informativa.

En este proceso se trabajó colaborativamente con un especialista en Diseño Digital y un programador.

- **Prueba de Usabilidad:** en esta etapa se realizaron dos pruebas de usabilidad que permitieron medir las variables: eficacia, eficiencia y satisfacción de uso de la aplicación multimedia, la primera prueba permitió identificar aspectos a

mejorar, mientras que la segunda prueba ayudó a confirmar si las mejoras inciden en un aumento positivo en las variables.

- **Generación de Pautas:** a partir de las lecciones aprendidas y los resultados de las pruebas de Usabilidad, se generaron pautas para el diseño de ambientes interactivos que mejoren la Experiencia de Usuario en un Transporte Colectivo.

2. Marco Teórico

2.1. Clasificación de Transportes Colectivos en México

Lamentablemente, debido al crecimiento desordenado y a que la población ha aumentado considerablemente, los usuarios de transportes colectivos se enfrentan a grandes problemas como: exceso de gente en estaciones, demasiado tiempo de espera, las personas van muy cerca unas de otras, el traslado puede durar un largo período de tiempo, la ventilación en los vagones es insuficiente, causando que sus usuarios vivan en una constante apuro, ocasionando estrés, mal humor y un descontento generalizado durante sus recorridos en algún transporte público.

Debido a que en esta investigación se trabajará con la temática de la Experiencia de Usuario en un Transporte Colectivo, a continuación se mencionan las clasificación de Transportes Colectivos.

En México existe una Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP), que ha hecho la siguiente clasificación de Transportes Colectivos terrestres [13].

Tipos de transporte público en la ciudad de México:

- Metrobús.
- Metro.
- Autobús.
- Trolebús.

Metrobús

“Es un sistema de transporte, basado en autobuses de capacidad y tecnología de punta, que brinda movilidad urbana de manera rápida y segura por medio de la integración de una infraestructura preferente, operaciones rápidas y frecuentes, sistema de pago automatizado y excelencia en calidad en el servicio” [13].

Metro

Un sistema de Metro se define como un sistema de transporte urbano de pasajeros, eléctrico con alta capacidad y alta frecuencia de servicio, que es totalmente independiente del resto del tráfico, sea de carretera o peatones [14].

Autobús

El autobús o bus (también conocido como ómnibus) es un vehículo diseñado

para el transporte público, tiene un trayecto fijo y se emplea habitualmente en el servicio urbano. [15].

Trolebús

Autobús de tracción eléctrica, sin carriles, que toma la corriente de un cable aéreo por medio de un trole doble [15].

De la clasificación mencionada, se propone trabajar la simulación del ambiente marino para un Transporte Colectivo masivo similar al Metro de la ciudad de México, el cual tiene las siguientes características genéricas: vías, vagones (trenes) y estaciones.

Los rieles sobre los que se mueve el metro son 3: el riel de seguridad, que permite rodar el Metro en caso de pinchadura de alguna de las llantas; la pista de rodamiento, que permite el paso de las llantas de caucho de los vagones y la barra guía, que conduce la energía eléctrica que permite funcionar los motores [16].



Figura 8. Elementos de las vías del Metro.

Cada tren tiene 9 vagones y su longitud total es de 150 metros, si utilizan llantas se les conoce como trenes de rodadura neumática, y si su rodadura es metálica, se les llama como trenes de rodadura férrea. La flota promedio por cada línea es de aproximadamente 30 trenes, de los cuales dos se tienen como reserva y regularmente dos se encuentran en mantenimiento [16].

Un tren puede transportar hasta 233 pasajeros (sentados y parados), alcanza una velocidad media de 40 km/h y una velocidad máxima de 80 km/h. En promedio la distancia entre una estación y otra es de 1 km. Las paradas en cada estación son de 15 segundos y 20 segundo en estaciones con correspondencia [16].

El interior de un vagón del metro (ver figura 9) está compuesto por: asientos organizados a lo largo de las ventanas, de los cuales, los que están cercanos a las puertas están reservados para mujeres embarazadas, adultos mayores y personas con discapacidad; otro elemento importante son las barras de acero inoxidable para el agarre de los pasajeros durante el movimiento del tren, se ubican cercanos a las puertas y en los pasillos.



Figura 9. Elementos del interior del vagón.

En la parte superior del vagón se muestra señalización de la línea por la que transita el tren y además el usuario puede revisar publicidad. En cada vagón existe un sistema de ventilación, el cual puede llegar a ser insuficiente en horas pico, cuando el número de pasajeros aumenta considerablemente.

2.2. Elementos de la Experiencia de Usuario (UX)

El término Experiencia de Usuario o *User sXperience* (UX) es relativamente nuevo en el campo de la Interacción Humano Computadora; tiene su origen en la mercadotecnia, donde se usa el término Experiencia de Marca para referirse a la relación familiar y consistente entre consumidor y marca [17].

La UX se entiende como un nuevo enfoque para el desarrollo de productos interactivos, que además de considerar aspectos de eficacia, eficiencia y facilidad de aprendizaje, aborda aspectos como la utilidad del producto y el problema psicológico del placer y diversión de uso.

No existe una definición única de lo que es la UX, sin embargo, se pueden identificar algunas constantes en las definiciones dadas por diversos autores:

Autor	Definición
Arhippainen y Tähti (2003)	“La experiencia que obtiene el usuario cuando interactúa con un producto en condiciones particulares... Las emociones y expectativas

Autor	Definición
	del usuario y su relación con otras personas y el contexto de uso”
Knapp Njerén (2003)	"El conjunto de ideas, sensaciones y valoraciones del usuario resultado de la interacción con un producto; es resultado de los objetivos del usuario, las variables culturales y el diseño del interfaz”
Nielsen & Norman Group (2003)	"Concepto integrador de todos los aspectos de la interacción entre el usuario final y la compañía, sus servicios y productos”
Dillon (2001)	"Es la suma de tres niveles: Acción, qué hace el usuario; Resultado, qué obtiene el usuario; y Emoción, qué siente el usuario”

Tabla 3. Definiciones de Experiencia de Usuario.

A partir de las definiciones mostradas en la tabla 3, Hassan y Martín Fernández proponen que la Experiencia de Usuario se puede definir como “la sensación, sentimiento, respuesta emocional, valoración y satisfacción del usuario respecto a un producto, resultado del fenómeno de interacción con el producto y la interacción con su proveedor” [17]. Además, los autores señalan que la UX:

- Es resultado de un fenómeno interactivo en el que intervienen multitud de factores: individuales, sociales, culturales, contextuales y propios del producto.
- Se verá influida por expectativas y experiencias previas, y por tanto condicionará expectativas y experiencias futuras.
- Representa un área de estudio multidisciplinar y un enfoque de trabajo interdisciplinar.
- Ofrece una perspectiva más amplia e inclusiva acerca del uso y consumo de productos interactivos, y por tanto más acorde con la realidad.
- Hace especial énfasis en factores de la interacción tradicionalmente poco o mal considerados, como son el comportamiento emocional del usuario y la importancia de atributos de diseño como la estética en este comportamiento.

Un modelo completo que describe las diferentes variables que condicionan y modelan la Experiencia del Usuario es el propuesto por Arhippainen y Tähti (ver figura 10), quienes clasifican los diferentes factores en cinco grupos diferenciados: factores propios del usuario, factores sociales, culturales, del contexto de uso y propios del producto [17].

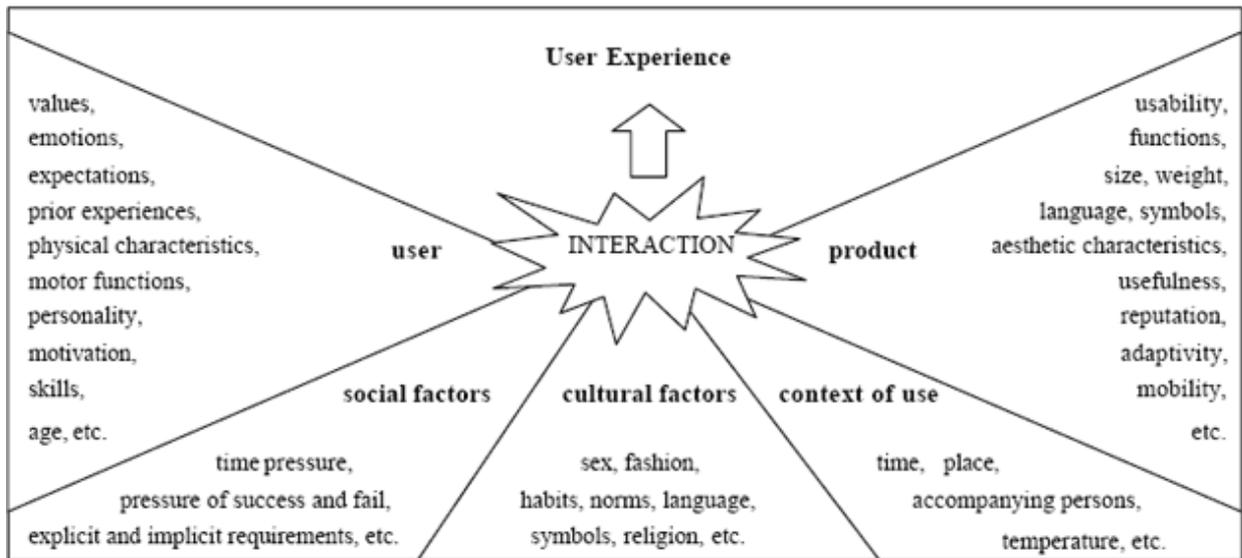


Figura 10. Elementos o factores de la Experiencia del Usuario, de acuerdo con Arhippainen y Tähti .

Por su parte, James Garrett propone 5 planos o elementos de la UX, que aunque originalmente fueron concebidos para la Web, pueden ser útiles para entender los aspectos que se deben considerar en el diseño de medios interactivos [18]:

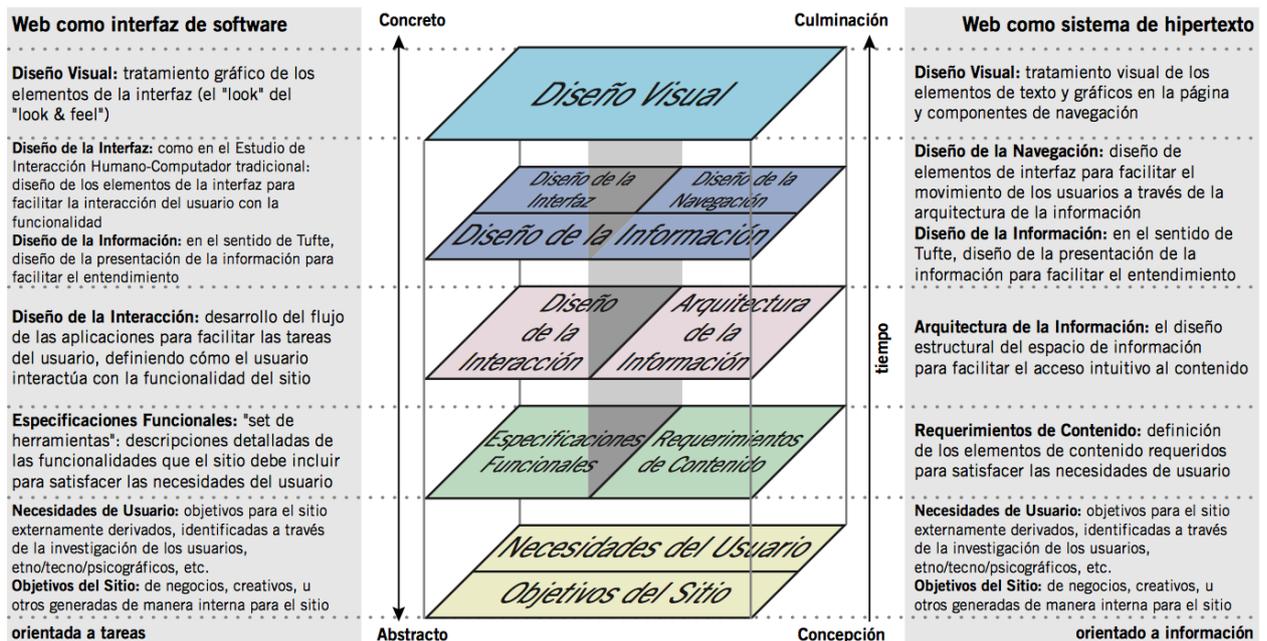


Figura 11. Elementos de la UX, según James Garrett.

De acuerdo con su esquema, existen dos enfoques en el diseño de medios interactivos, el que considera al medio desde la funcionalidad, es decir, como un producto que ayuda al usuario a lograr tareas (interfaz de software); mientras que el segundo enfoque, considera al medio como un sistema informativo (web como

sistema de hipertexto). A continuación se describen los planos del modelo [19]:

- **El Plano de Estrategia.** Hace referencia a que se deben entender las necesidades del usuario, al mismo tiempo se deben considerar los objetivos del medio interactivo (vender, informar, crear comunidades, etc.).
- **El Plano de Alcances.** Del lado del software el alcance es determinado conociendo las especificaciones funcionales del sistema; mientras que del lado de la información, en el plano de alcance se determinan los requerimientos de contenido.
- **El Plano de Estructura.** Si el objetivo es un sitio de software el enfoque estará en el diseño de interacción. En el caso del hipertexto está la Arquitectura de Información, que consiste en la presentación de los componentes dentro del espacio web: estructura, contenido, títulos, vocabularios controlados.
- **El Plano de Esqueleto.** Para hipertexto y software se requiere un diseño de la información, que es una forma de presentar la información de manera que se facilite su comprensión. Del lado del software se realiza un diseño de interface y del lado del hipertexto se realiza un diseño de navegación.

Considerando la propuesta de Garrett, con fines prácticos a continuación se describen los aspectos que se deben considerar en el diseño de medios interactivos desde el enfoque de la UX, estos se agruparon en dos dimensiones:

- El diseño conceptual del medio interactivo, que corresponde a todas las tareas y actividades de planificación, entendimiento de necesidades y definición de requerimientos; así como estructuración del medio interactivo.
- El diseño visual del medio interactivo, que alude a la composición visual de los elementos de la interfaz gráfica y su contenido.

2.2.1. Diseño conceptual del medio interactivo

El diseño conceptual hace referencia a las tareas y actividades relacionadas con el entendimiento de las necesidades de los usuarios y los objetivos del medio interactivo, lo cual orienta la definición de requerimientos y la estructuración conceptual del producto.

En el entendimiento del usuario es cada vez más común usar técnicas

cualitativas para obtener información útil acerca del comportamiento, hábitos, actitudes, preferencias, deseos y anhelos de los usuarios.

Para lograr lo anterior, Morales menciona que en el campo del diseño se puede recurrir a la investigación etnográfica para abordar el entendimiento del usuario en su ambiente natural [20].

La etnografía es una rama de la antropología que “trata de entender cómo viven las personas, específicamente se basa en la documentación y análisis de cierta cultura o sociedad en su entorno natural a través del trabajo de campo” [20]. Morales propone que las herramientas etnográficas que ayudan en el trabajo de campo se organizan en 5 grandes rubros: diarios, entrevistas, observación, talleres y sesiones de grupo.

A partir del trabajo de campo, se obtiene información que permite al diseñador entender y conocer:

- **¿qué dicen y qué piensan las personas?** Se refiere al conocimiento explícito basado en percepciones, creencias, lenguaje, expectativas y tradiciones.
- **¿Qué hacen y usan?** Alude al conocimiento del comportamiento, a partir del análisis de actividades, estrategias, rutinas, patrones, proceso o límites.
- **¿Qué sienten?** Es el conocimiento empático, que surge de los deseos, apegos, sensibilidades, experiencias, historias y gustos.
- **¿Qué imagina o qué sueñan?** Hace referencia al conocimiento tácito que surge de estudiar las motivaciones, expectativas y necesidades latentes.

El entendimiento de las necesidades del usuario orienta y guía las decisiones respecto a la funcionalidad del diseño, de ahí que en las siguientes secciones, se menciona principios que en combinación el entendimiento del usuario, permiten definir el aspecto conceptual del medio interactivo.

2.2.3.1. Principios de Accesibilidad

Para Hassan y Martín [21] la Accesibilidad es definida como la “posibilidad de que pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, indiferentemente de las limitaciones propias del individuo o de las derivadas del contexto de uso”.

Según los autores, existen limitaciones propias y derivadas, las primeras conciernen al individuo y pueden ser discapacidades, idioma, conocimientos o experiencia, mientras que las limitaciones derivadas se asocian al contexto de uso, por ejemplo: limitaciones condicionadas por el software, el hardware o entorno de uso.

En el ámbito de las discapacidades, se pueden considerar 4 categorías generales en la Accesibilidad [21]:

- Deficiencias visuales: entre las que se encuentran la ceguera, la visión reducida y problemas en visualización de color.
- Deficiencias auditivas: estas deficiencias pueden ser consideradas menos limitadoras en el acceso y uso de contenidos digitales, debido a que el canal sonoro es mucho menos utilizado en interfaces web que el canal visual. Aun así, no se debe olvidar limitaciones y barreras derivadas de esta discapacidad, como es el caso del lenguaje.
- Deficiencias motrices: son las relacionadas con la capacidad de movilidad del usuario. Estos usuarios no suelen ser capaces de interactuar con el sistema a través de dispositivos de entrada tradicionales, por lo que utilizan dispositivos alternativos.
- Deficiencias cognitivas y de lenguaje: Son usuarios que presentan problemas en el uso del lenguaje, la lectura, percepción, memoria, salud mental, entre otros aspectos.

Para desarrollar contenido Web accesible, la Iniciativa de Accesibilidad del W3C (siglas del inglés World Wide Web Consortium), que es el consorcio internacional que emite recomendaciones para la WWW, aprobó en 1999 las Directrices de Accesibilidad al Contenido en la Web en su versión 1.0 (WCAG, siglas del inglés Web Content Accessibility Guidelines), con el fin de enmarcar una propuesta para el desarrollo de páginas web accesibles y el principal objetivo de satisfacer las necesidades de diferentes usuarios.

Posteriormente, en 2008 se aprobaron las WCAG 2.0, que basándose en la versión 1.0, fueron desarrolladas para aplicarse a diversas tecnologías y, a su vez, para que su utilización y comprensión sea sencilla.

A continuación se transcriben de manera general cada principio y pauta, lo anterior con la finalidad de contextualizar al lector en dichos aspectos:

1. **Perceptibilidad.** Este principio hace referencia a que la información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentados a los usuarios de modo que ellos puedan percibirlos, de esta se desprenden las siguientes pautas:
 - 1.1. Alternativas textuales: proporcionar alternativas textuales para todo contenido no textual de modo que se pueda convertir a otros formatos que las personas necesiten, tales como textos ampliados, braille, voz, símbolos o en un lenguaje más simple.
 - 1.2. Medios dependiente del tiempo: se debe proporcionar alternativas sincronizadas para contenidos multimedia sincronizados dependientes del tiempo, por ejemplo mostrar subtítulos para los videos o mostrar descripciones textuales del contenido del video o del audio.
 - 1.3. Adaptable: crear contenido que pueda presentarse de diferentes formas (por ejemplo, con una disposición más simple) sin perder información o estructura.
 - 1.4. Distinguible: facilitar a los usuarios ver y oír el contenido, incluyendo la separación entre el primer plano y el fondo. Aquí se consideran criterios como el adecuado contraste entre el color de fondo y el color de la letra, una composición tipográfica que considere tamaño tipográfico, interlineado y anchura de columna adecuados para la lectura; que el usuario pueda controlar el volumen y duración de los sonidos.
2. **Operable.** Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables, de este principio surgen las siguientes pautas:
 - 2.1. Accesible por teclado: Proporcionar acceso a toda la funcionalidad mediante el teclado.
 - 2.2. Tiempo suficiente: proporcionar a los usuarios el tiempo suficiente para leer y usar el contenido, un criterio de esta pauta es aquel que menciona que la información que tiene movimiento, parpadeo, se desplaza o se actualiza automáticamente, pueda ponerse en pausa, detenerse u ocultarse según las necesidades del usuario.
 - 2.3. Convulsiones: no diseñar contenido de un modo que se sepa podría provocar ataques, espasmos o convulsiones. Se debe procurar

mostrar contenido cuyo destello este por debajo del umbral de destello general, el cual establece criterios de diseño, por citar un ejemplo, el contenido no debe destellar tres veces dentro del periodo de un segundo.

2.4. Navegable: proporcionar medios para ayudar a los usuarios a navegar, encontrar contenido y determinar dónde se encuentran.

3. **Comprensible.** La información y el manejo de la interfaz de usuario deben ser comprensibles.

3.1. Legible: hacer que los contenidos textuales resulten legibles y comprensibles, lo anterior se logra permitiendo que el idioma del sitio web se ajuste al que el usuario tiene predeterminado en su computadora, otro criterio es brindar mecanismos para acceder al significado de palabras inusuales y las abreviaturas.

3.2. Predecible: hacer que las páginas web aparezcan y operen de manera predecible.

3.3. Entrada de datos asistida: ayudar a los usuarios a evitar y corregir los errores, esta pauta se logra al ofrecer ayuda y documentación al usuario.

4. **Robusto.** El contenido debe ser suficientemente robusto como para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de aplicaciones de usuario, incluyendo las ayudas técnicas, de este principio se desprende una pauta:

4.1. Compatible: maximizar la compatibilidad con las aplicaciones de usuario actuales y futuras, incluyendo las ayudas técnicas. De manera general, esta pauta se refiere a la adecuada aplicación de las sintaxis de los lenguajes implicados en la construcción del sitio web.

La Accesibilidad implica considerar las limitaciones mencionadas para facilitar el acceso y con ello incidir en la facilidad de uso del sitio web, así, Usabilidad y Accesibilidad son dependientes. Hassan y Martín [21] señalan que un diseño será accesible cuando sea usable para más personas en más situaciones o contextos de uso, posibilitando a todos los usuarios, de forma eficiente y satisfactoria, la realización y consecución de tareas; de ahí que a continuación se mencionan los principios

asociados con la Usabilidad de un medio interactivo.

2.2.3.2. Principios de Diseño de Interacción y Usabilidad

La definición de Usabilidad más utilizada en el mundo académico y en el mundo del desarrollo industrial es la que propone la Organización Internacional de Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) [20].

En ISO 9126 “La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso” [21].

Mientras que en ISO 9241 “Usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto, permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico” [21].

En el diseño de interacción, el objetivo principal será construir una experiencia de usuario satisfactoria, y para ello han surgido normas generales o principios heurísticos. Las más conocidas son las expuestas por Jacob Nielsen y Rolf Molich en 1990, en su obra Evaluación Heurística de Interfaces de Usuario (Heuristic Evaluation of User Interfaces), a continuación se mencionan tomando como referencia la traducción propuesta por la Luzardo [22]

1. **Diálogo simple y natural.** Implica que las interfaces de usuario deben simplificarse lo más posible, de manera que se aproximen a los modelos mentales que utilizan los usuarios al realizar las tareas.
2. **Hablar el lenguaje del usuario.** Se deben utilizar términos y conceptos familiares al usuario.
3. **Minimizar la carga de memoria del usuario.** Esta regla resalta la capacidad del sistema de minimizar la cantidad de conceptos a memorizar por parte del usuario a la hora de utilizar el sistema o servicio en cuestión.
4. **Consistencia.** La consistencia en la estructuración y presentación de contenidos influye en la confianza que el usuario deposita en el sistema, lo cual detona la libertad de experimentación durante el aprendizaje.
5. **Retroalimentación.** Es importante que el sistema informe al usuario en todo momento sobre la realización de las tareas, incluyendo, además de la información sobre posibles errores cometidos, aquella información referente a las actividades del sistema.

6. **Salidas claramente marcadas.** Al ofrecer al usuario la posibilidad de salir o cancelar cualquier acción en tantas situaciones como sea posible, se genera en el usuario la sensación de control sobre el sistema.
7. **Atajos.** Posibilidad de todo sistema de ofrecer al usuario determinadas herramientas que permitan realizar de forma abreviada ciertas tareas.
8. **Mensajes de error adecuados.** Considerar posibles situaciones de error en las que el sistema debe informar al usuario de forma clara y constructiva, favoreciendo el aprendizaje del usuario a partir de sus propios errores.
9. **Prevención de errores.** Evitar inducir a cometer errores, sobre todo en aquellas situaciones que sean más proclives a ellos.
10. **Ayuda y documentación.** Uso de documentación y sistemas de ayuda que ofrece cualquier sistema, para facilitar la búsqueda y contener información que sea verdaderamente útil para el usuario.

En adición a las reglas mencionadas, se pueden considerar otros principios que tienen como propósito proveer de simplicidad a los productos interactivos. Para Maeda “la simplicidad consiste en sustraer lo que es obvio y añadir lo específico” y con ello reducir la complejidad, de esa manera el usuario percibe que es fácil usar el producto [23].

Considerando las reglas que Maeda y Colborne [24] proponen para lograr la simplicidad, a continuación se mencionan 4 que resultan útiles para el diseño medios interactivos:

- **Reducir.** La manera más sencilla de alcanzar la simplicidad es mediante la reducción razonada.
- **Ocultar.** Después de reducir, se debe considerar ocultar elementos importantes para las diversas tareas del usuario, pero de uso poco frecuente..
- **Organizar.** La organización permite que un sistema complejo parezca sencillo, es recomendable organizar la información por bloques y siguiendo algún criterio como las tareas o la búsqueda del usuario. Maeda propone primero definir los elementos a organizar, integrarlos en grupos, etiquetar esos grupos; integrar grupos parecidos, pues entre menos grupos es mejor; y priorizar los grupos en función de la atención que requieren.

- **Tiempo.** Ahorrar tiempo hace parecer las cosas más simples, por eso es importante que el usuario logre sus tareas en tiempos mínimos.

Algunos principios de Maeda y Colborne están relacionados con los principios de Nielsen y Molich, por mencionar algunos ejemplos: para minimizar la carga de memoria del usuario, es importante reducir los elementos innecesarios y ocultar los elementos de uso poco frecuente; por otra parte, para lograr la consistencia, los elementos y contenido de la interfaz gráfica deben estar organizados.

2.2.3.3. Componentes de la Arquitectura de Información

Hassan y Ortega definen el término como: “la actividad y resultado de organizar, clasificar, ordenar, estructurar y describir los contenidos de [un medio interactivo], con el fin de que sus usuarios puedan satisfacer sus necesidades informativas con el menor esfuerzo posible” [25].

Morville y Rosenfeld proponen que para desarrollar la AI se consideren 4 componentes: sistemas de organización, sistemas de etiquetado, sistemas de navegación y sistemas de búsqueda, a continuación se describen [26]:

a) Sistemas de organización. Tratan la categorización de la información; aquí se deben definir los esquemas de organización y la estructura de la organización.

En los esquemas de organización se debe establecer un orden de los contenidos mediante algún criterio, este puede ser por tópicos, cronológicamente, geográficamente, por autor, por la frecuencia en que se busca o lee cierta información o por el formato del contenido.

Por su parte, la estructura de organización consiste en definir los caminos para la navegación, es común esquematizar la estructura por medio de diagramas de flujo a fin de visualizar la estructura completa del medio interactivo y así poder tener una idea clara de la organización y funcionamiento del mismo.

b) Sistemas de etiquetado. Es una forma de representar grandes grupos de información, generalmente se reconocen dos formas: como texto o como imagen, es decir, en forma de botones.

c) Sistemas de navegación. Permiten al usuario realizar los recorridos por los contenidos del sitio y a partir de esto, le ayudan a lograr sus propósitos, existen tres tipos de navegación: la navegación global ayuda al usuario a saber en donde está y

hacia donde puede ir a nivel general; la navegación local ofrece las funciones anteriores solo que al nivel y en el contexto de la sección que se halla elegido; mientras que la navegación contextual, ofrece información específica del contenido que se está visualizando en pantalla.

d) Sistemas de búsqueda. La decisión de ofrecer un sistema de búsqueda dependerá de la cantidad de información que contenga el sitio y del estudio de necesidades del usuario.

2.2.4. Diseño visual del medio interactivo

En el diseño visual del medio interactivo es recomendable partir de conceptos que permitan entender el proceso por medio del cual se realiza la comunicación visual entre la interfaz gráfica y el usuario, ya que los elementos gráficos de la interfaz deben ayudar al usuario a lograr tareas en el sistema, pero al mismo tiempo, su estilo visual debe ser armónico y coherente, a fin de provocar en el usuario un estado agradable.

Por lo anterior, a continuación se describen conceptos de la semiótica, teoría que ha sido ampliamente aceptada y utilizada por diseñadores para comprender como los usuarios dotan de sentido a los productos, sean estos objetos, espacios o mensajes.

La semiótica fue desarrollada en América por el filósofo norteamericano Charles Sanders Peirce; parte de un enfoque filosófico y lógico que considera un modelo triádico del signo formado por los siguientes elementos:

- **Objeto.** Es el referente.
- **Signo o Representamen.** Es un algo que para alguien representa o refiere al objeto, es el signo despojado de su objeto.
- **Interpretante.** Es considerado como el proceso de interpretación.

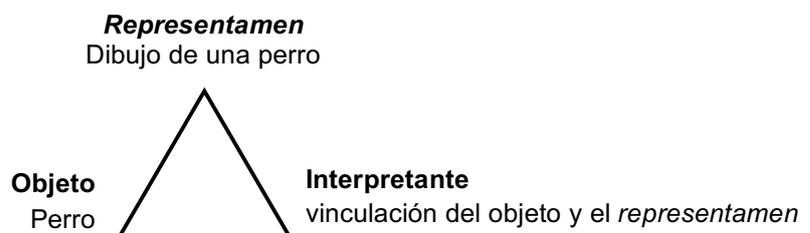


Figura 12. Modelo triádico de Pierce .

De acuerdo con Pierce, los tres elementos son necesarios para que el signo se constituya como tal, ya que si falta alguno, el signo no se puede formar. El

representamen se une con el objeto mediante la mente o interpretación, a este fenómeno lo llama semiosis, proceso en el que el significado queda afectado por el trasfondo del receptor, de esta manera, su pasado, educación, cultura y experiencia, tendrán peso en la manera en que se interprete el signo, por tal motivo, el signo no tiene un significante definible y único, ya que su significado puede variar en función de la persona que lo interprete [27].

Considerando el modelo de Pierce, la interfaz gráfica de un medio interactivo se puede entender como un conjunto de representaciones (herramientas) en pantalla, que al ser interpretadas en un contexto determinado, ayudan al usuario a lograr tareas o actividades específicas.

En este sentido, en el diseño de interfaces gráficas, resulta útil considerar las dimensiones del signo para poder decidir el tipo de representación que más conviene para la tarea que debe realizar el usuario.

Ante esto, Barr, Noble y Biddle [28] y Baranauskas y Oliveira [29], proponen que los signos icónicos, indexicales y simbólicos representan un marco conceptual que permite comprender y decidir el tipo de representación de las herramientas de una interfaz gráfica.

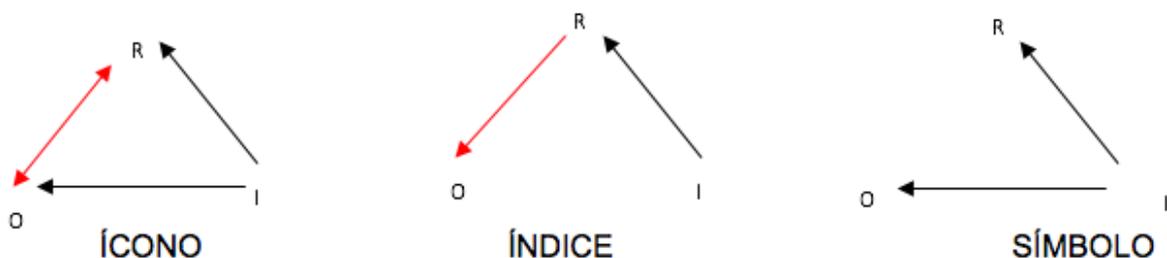


Figura 13. Esquematización de los tipos de signos.

En el caso del ícono (ver figura 13), la flecha roja indica una relación por semejanza entre *representamen* y objeto, cuando el usuario ve en una interfaz la representación de una lupa, en su mente evoca dos características que conoce de ese objeto: la forma y sus colores, a partir de esto dota de sentido a lo que ve, y reconoce que la lupa le puede servir para buscar un contenido en el sistema.

Para el índice, la flecha roja indica una relación por causalidad; el usuario llega al significado a través del *representamen* y el contexto, estos elementos le indican por causalidad cuál es el sentido del signo, en este caso, cuando el usuario ve en una

interfaz la imagen de una mano, puede concluir por causalidad que esta le puede servir para mover o tomar elementos del sistema.

En el esquema del símbolo, no hay flecha roja, lo cual indica que *representamen* y objeto no tiene relación, es decir, se asigna una relación arbitraria que debe ser aprendida por el usuario, un ejemplo es el símbolo de cargador que algunos sistemas presentan cuando realizan un proceso complejo.

A partir de sus estudios, Barr, *et al* [28] recomiendan que para representar herramientas del sistema se utilicen iconos, esto debido a la relación de parecido con el referente; para representar funciones se utilicen índices pues la relación de causalidad es la mas adecuada para representar acciones en el contexto de la interfaz; mientras que para representar conceptos no metafóricos del sistema, se utilicen signos simbólicos.

Considerando lo anterior, Nadin [30] es un autor que propone un método de diseño de interfaces basado en un modelo semiótico que permite establecer el *representamen* más adecuado para cada elemento de la interfaz del sistema; este método se compone de tres pasos principales:

1) Protocolo de bajo nivel: consiste en definir los entornos, actividades, herramientas y suministros que el sistema debe emular. Para ejemplificar este método, se tomará el caso de un sistema para escribir recordatorios:

Entorno	Actividades	Herramientas	Suministros
Espacio para escribir recordatorios	Escribir fecha Escribir recado Fijar alarma	Mano Calendario	Meses, fechas y días Horas y minutos Colores de tinta

Tabla 4. Determinación de actividades, herramientas y suministros.

2) Al terminar de definir todas las acciones del usuario, se procede a vincular estas a las herramientas y suministros.

Entorno	Actividades	Herramientas	Suministros
Espacio para escribir recordatorios	Escribir fecha	Calendario	Meses, fechas y días
	Escribir recado	Mano	Hoja Colores de tinta
	Fijar alarma	Reloj	Horas y minutos

Tabla 5. Vinculación de actividades, herramientas y suministros.

3) Al terminar de vincular, se define el tipo de comando que se utilizará en cada acción así como su representación gráfica, Nadin [30] describe tres tipos de comandos³ :

- a. Prefijos (*Acción-Objeto*) : la acción se dicta antes que el objeto al cual se aplica dicha acción (guardar..., abrir...), para este comando se recomienda una representación verbalizada (texto escrito); de acuerdo con Scolari [31] es el más indicado para los usuarios sin experiencia o que hacen un uso ocasional del sistema.
- b. Postfijos (*Objeto-Acción*): el objeto se dicta antes que la acción, es decir, primero se elige el objeto y después se realiza la acción sobre él. Para Nadin, este comando posibilita la existencia de un lenguaje visual, ya que con él se pueden representar herramientas bajo la forma de signos icónicos o índices.
- c. Infijos: suponen la existencia de múltiples operaciones que vinculan acciones individuales, se recomienda que estos comandos se representen gráficamente como símbolos.

La semiótica ayudar a orientar la elección de las representaciones aplicadas en la interfaz gráfica, no obstante, existen otros elementos que hay que considerar en el diseño visual de un medio interactivo, es por eso que a continuación se mencionan los principios generales del diseño visual que permiten generar armonía y coherencia en la interfaz gráfica.

2.2.4.1. Principios de lenguaje visual

Los principios del lenguaje visual ayudan a los diseñadores a ordenar y relacionar con un propósito los elementos visuales. No existe un consenso general para definir estos elementos, sin embargo, es común aplicar las clasificaciones de Dondis [32] o la de Wong [33].

Dondis [32] propone que los elementos visuales son: punto, línea, contorno, dirección, tono, color, textura, escala, dimensión y movimiento. En el caso de Wong [33], los elementos visuales son la forma, la medida, el color y la textura; para el autor,

³ Conjunto de acciones para lograr un objetivo en un sistema digital.

el punto, la línea, el plano y el volumen son elementos conceptuales que al ser representados en un plano se vuelven forma.

De acuerdo con Sosa [34], las leyes gestalt ayudan a entender las relaciones espaciales que se pueden establecer entre los diferentes componentes de una interfaz. Estas leyes se consideran principios que orientan en la composición de los elementos visuales.

La ley de la proximidad refiere a que los elementos cercanos se interpretarán como grupos, mientras que la ley de la semejanza alude a que aquellos elementos que comparten cualidades visuales, también serán interpretados como parte del mismo grupo.

En una interfaz es importante agrupar el contenido por medio de la cercanía y las cualidades visuales (color, forma, tamaño, etc.), así el usuario podrá reconocer un orden en la información y esto facilitará la lectura. Además, por la ley del contraste, se pueden generar puntos focales (jerarquía) que pueden servir al usuario para reconocer la importancia de cada grupo; el contraste se genera al variar las cualidades visuales de los elementos, de esta manera se tiene contraste por color, forma, tamaño, posición, etc.

Otra ley que ayuda a entender cómo las personas dotan de importancia a los elementos es la ley de figura-fondo, la cual indica que podemos enfocarnos en ciertos elementos (la figura) y separarlos del resto (fondo). De ahí la importancia de aplicar contrastes en cada grupo de información.

La ley de pregnancia indica que los usuarios tenderán a organizar su percepción de acuerdo a la forma más simple posible, tratando de reconocer formas estables o sencillas; de ahí la importancia de ordenar los elementos en retículas o disposiciones sencillas.

En este proyecto fue importante revisar y aplicar estos principios debido a que se propone que gran parte de la estimulación visual se realice durante la interacción del usuario con una aplicación multimedia informativa de la fauna marina.

2.3. El color como elemento comunicante

Como el color azul se utilizó tanto en la ambientación como en la aplicación multimedia, en el siguiente apartado se mencionan conceptos relacionados con el color para ayudar al lector a contextualizar la decisión de usar el color azul como un elemento comunicante generador de sensaciones positivas en los usuarios de un Transporte Colectivo, para ello se parte del concepto de percepción, por medio del cual se dota de sentido a los estímulos (visuales, táctiles, auditivos, olfativos).

Se aclara que no se tratará la fisiología de la percepción del color, ya que existen manuales de psicología que explican amplia y detalladamente este proceso, en su lugar, fue de interés y utilidad, tratar conceptos como el significado denotativo y el significado connotativo del color, y la manera en que estos conceptos ayudan a justificar la elección de colores en el diseño.

Según la psicología clásica de Neisser, “la percepción es un proceso activo-constructivo en el que el perceptor, antes de procesar la nueva información y con la información archivada en su conciencia, construye un esquema informativo anticipatorio, que le permite contrastar el estímulo y aceptar o rechazarlo según se adecue o no a lo propuesto por el esquema y se apoya en la existencia del aprendizaje” [23].

Por otra parte, la percepción es entendida como el “conjunto de sensaciones organizadas, congruentes con la disposición del mundo exterior, de carácter totalmente mecánico, automático e inconsciente, ya que su contenido nos es conocido gracias al ámbito ambiental y cultural en el que nos desenvolvemos” [34].

La percepción del color se fundamenta en el aprendizaje perceptual basándose en la experiencia, dentro de un contexto social. La percepción, afirma Rudolph Arnheim, “supone el procesamiento activo de la información a través de mecanismos de abstracción y generalización, de los que depende el establecimiento de la significación pues lo singular es, en sí mismo, insignificante: sólo puede ser reconocido significativo en la medida en que pueda ser subsumido bajo determinada categoría general” [34].

Por lo mencionado, la interpretación de un color que fue aplicado en un contexto, de acuerdo con cierto propósito, dependerá significativamente de factores como la edad, la escolaridad, la cultura, las discapacidades y las experiencias previas del

receptor, esto considerando además factores externos a él como el ambiente o la presencia de otros estímulos visuales.

Además, de acuerdo con Ortiz [35] en la interpretación de un color se puede llegar a dos tipos de significados: el denotativo y el connotativo; conceptos provenientes de la semiótica que serán explicados a continuación.

2.3.1. Significado denotativo

De acuerdo con De la Torre [36] denotar es un término semántico que implica “mostrar la representación gráfica de una persona, un animal, un objeto o de un concepto. La denotación debe ser objetiva, explícita y precisa”, por su parte Eco (citado en Ortiz, 2011) menciona que la denotación es la “referencia inmediata que el código asigna a un término en una cultura determinada, llamada esta última referente de signo” [35].

El significado denotativo del color, es cuando el signo (por ejemplo: palabra escrita o hablada) representa directamente, sin ambigüedades, los objetos a los que se refiere. Así, los diferentes tipos de plantas han dado lugar a que el color verde tenga diversos nombres, o que, como menciona Ortiz, los esquimales asignen diferentes nombres al blanco.

La utilidad de entender el significado denotativo del color, es que dependiendo de la cultura, el diseñador puede utilizar las asociaciones directas entre los colores y la naturaleza y con ello generar sensaciones.

Por ejemplo, al ser el rojo el color de la sangre, se puede utilizar esta asociación en un mensaje relacionado con la donación de sangre para hacer más explícito el mensaje.

En esta investigación es de interés aplicar el color azul en un ambiente inmersivo-interactivo para generar una sensación agradable durante el viaje en un Transporte Colectivo, de acuerdo con Ortiz, el color azul es asociado directamente con el firmamento y con el agua, además, es un color sedante, de ahí su utilidad para generar sensación de tranquilidad [35]. Como se verá en la siguiente sección, el color azul, además es asociado a significados subjetivos positivos, lo cual ayuda a justificar su aplicación en espacios para generar una experiencia positiva.

2.3.2. Significado connotativo

Para De la Torre [36] conotar es “el conjunto de conceptos o ideas que se relacionan indirectamente con el significado de un gráfico [u otro estímulo], y sus efectos motivacionales quedan implícitos en forma subjetiva”

Ortiz menciona que el significado connotativo consiste en aquellos valores secundarios subjetivos atribuidos al signo, debido a su forma y función; de esta manera pone como ejemplo que el rojo fuego deja de ser un color para convertirse en una función y conotar pasión [35].

A partir de 5 estudios realizados en un periodo de 40 años, en alumnos de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Dra. Georgina Ortiz identificó lo siguiente en relación al color azul⁴.

Es un color que se asocia con significados positivos como: felicidad, bonito, eternidad, agradable, amigo, paternal, simpatía, aprecio, tranquilo, descanso, acogedor, atractivo, meditación. En combinación con rosa o amarillo se asocia a lo agradable, amigo, y felicidad; en combinación con el rosa y el blanco, se asocia con suave, fraternal y acogedor.

⁴ Los reportes de los estudios se encuentran en el libro: Ortiz, Georgina (2011) *El significado de los colores* (3ª ed.). México: Trillas.

Capítulo III. Desarrollo de la aplicación

3.1. Perfil del usuario

El perfil de Usuario considerado es el siguiente:

Nombre de la característica	Descripción
Características demográficas	Edad: 18 a 35 años. Género: ambos. Ubicación geográfica: Oaxaca. Nivel socioeconómico: Medio-alto.
Educación	Actualmente estudiando en la Universidad Tecnológica de la Mixteca.
Experiencia con computadoras	Maneja con habilidad aplicaciones de ofimática como Office y aplicaciones de internet como <i>Hotmail</i> , <i>Gmail</i> , <i>Facebook</i> y <i>Twitter</i> . Accesa a la web y a redes sociales por medio de su smartphone y computadora portátil. Años de experiencia con computadoras: 9 a 13 años Horas diarias de uso: 6 horas diarias.
Dominios en el área	Son personas que han tenido la experiencia de usar un Transporte Colectivo.

Tabla 6. Definición del perfil de usuario.

3.2. Inventario de contenidos informativo de la aplicación interactiva

Para la aplicación multimedia informativa se eligió mostrar la fauna del caribe mexicano debido a su diversidad e importancia a nivel nacional, ya que en sus costas se alinea el segundo arrecife de coral más importante del mundo, con una aproximación de 450 especies de peces. [37]

La riqueza natural del caribe mexicano es reconocida como un atractivo turístico nacional e internacional, de ahí que esté conformado por varios destinos principales: Cancún y la Riviera Maya, con una extensión de mas de 120 km de puro océano; Cozumel, con una superficie superior a los 48 km de largo por 16 de ancho; Isla Mujeres, con una extensión de 7 km; Holbox, se encuentra a 10 km al poniente de Cabo Catoche, es el punto mas norteño de la península, su extensión es de 7.3 km de largo por 800 m de ancho; así como Chetumal, Zona Maya y la Reciente Grand Costa Maya (ver figura 14). [38]

Debido a la diversidad de especies, se solicitó a un diseñador multimedia⁵ que eligiera las especies más atractivas visualmente, con base en su forma y colores;

⁵ Se consultó al diseñador Ezequiel Ruiz Terán.

teniendo como resultado la selección de 30 especies. Para esta tarea se consultó la Carta Nacional Pesquera, material documental especializado y videodocumentales.



Figura 13. Caribe Mexicano

3.3. Diseño de interacción

Para el diseño de la interfaz gráfica se aplicó la metodología de Mihai Nadin [30] quien propone que para el diseño se debe definir los siguientes elementos de la interfaz. Es importante mencionar que para facilitar la interacción con la aplicación multimedia de la fauna marina, se consideró solo un escenario principal y dos secciones, así mismo, se consideró proponer actividades mínimas pero necesarias para la interacción con la información de cada especie.

Escenarios	Actividades	Herramientas	Suministros
Ambiente Marino	Seleccionar una especie marina	Mano	Especie marina
	Leer información sobre especies marinas	Mirada	Texto informativo sobre la especie marina

	Navegar por las secciones	Botones de navegación	
	Regresar a la página principal	Botón de regreso	
	Consultar ayuda sobre el funcionamiento de la aplicación	Botón de ayuda	Video sobre la explicación del funcionamiento

Tabla 7. Esquema de la metodología de Mihai Nadin.

A continuación se muestran los bocetos de baja fidelidad.

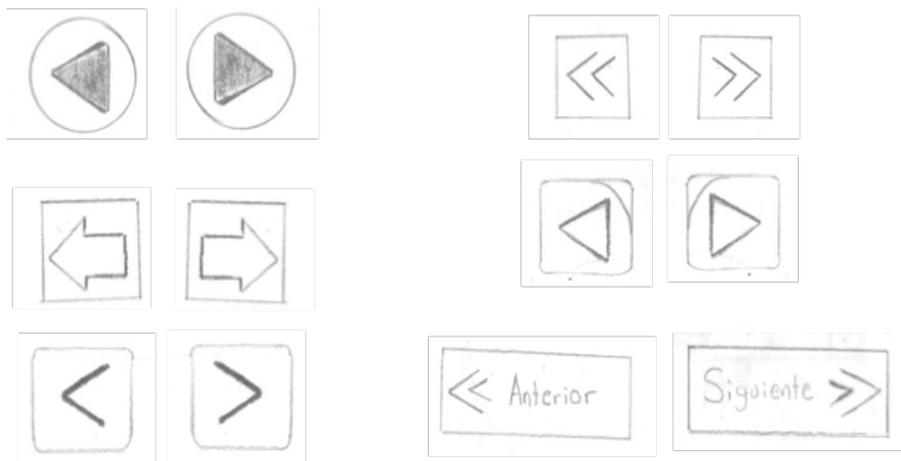


Figura 14. Botones de navegación global

Para los botones de la navegación global se consideró utilizar la metáfora orientacional, en la que el avance está representado por la derecha y el retroceso por la izquierda. Además se retomó el símbolo de la flecha o la punta de flecha que es un signo gráfico de tipo índice y simbólico, pues indica dirección, y además en el contexto de una interfaz se asocia al avance.

La flecha o punta de flecha es un signo gráfico universal en la mayoría de las aplicaciones interactivas. En el aspecto perceptivo, se optó por enmarcar la flecha en un fondo con una figura básica como el cuadrado o círculo, pues de acuerdo con la Teoría Gestalt, son formas pregnantes, es decir, que se interpretan o identifican

fácilmente en comparación con formas orgánicas, esto es importante porque los botones de navegación global estarán sobre un fondo con figuras orgánicas (fauna marina).



Figura 15. Botón de regreso a la página de inicio y botón de pregunta.

Para el botón de regreso a la página de inicio se utilizó un gráfico que funciona en dos niveles, a nivel índice, indica en el contexto de la interfaz el regreso a la pantalla de inicio, pues en un nivel simbólico se utiliza la metáfora de la casa o el hogar, como lugar de retorno del viajero.

Además se considera el uso de este signo porque es un ícono universal en los navegadores web y en algunas aplicaciones interactivas. Las decisiones de utilizar un fondo con forma básica como el círculo, son las mismas que se tomaron para los botones de navegación.

Para el caso del botón de ayuda o pregunta, se utilizó el signo de interrogación que se asocia a una pregunta, se espera que el usuario reconozca este signo y lo asocie con las dudas que pudiera tener respecto al uso de la interfaz, no obstante, otro aspecto que se consideró para utilizar este símbolo, es que al igual que los otros elementos, es un ícono universal en muchas aplicaciones interactivas.

De los bocetos generados para el botón de ayuda, se descartó el que representa una lupa y la letra “i” de información, pues son elementos que se pueden confundir con otras acciones, por ejemplo, en algunos programas, la lupa puede representar acercar o alejar imágenes.

A continuación se muestra el guion de interacción de la aplicación. Las imágenes utilizadas son meramente ilustrativas, ya que en la siguiente sección se mostrará la

propuesta a detalle.

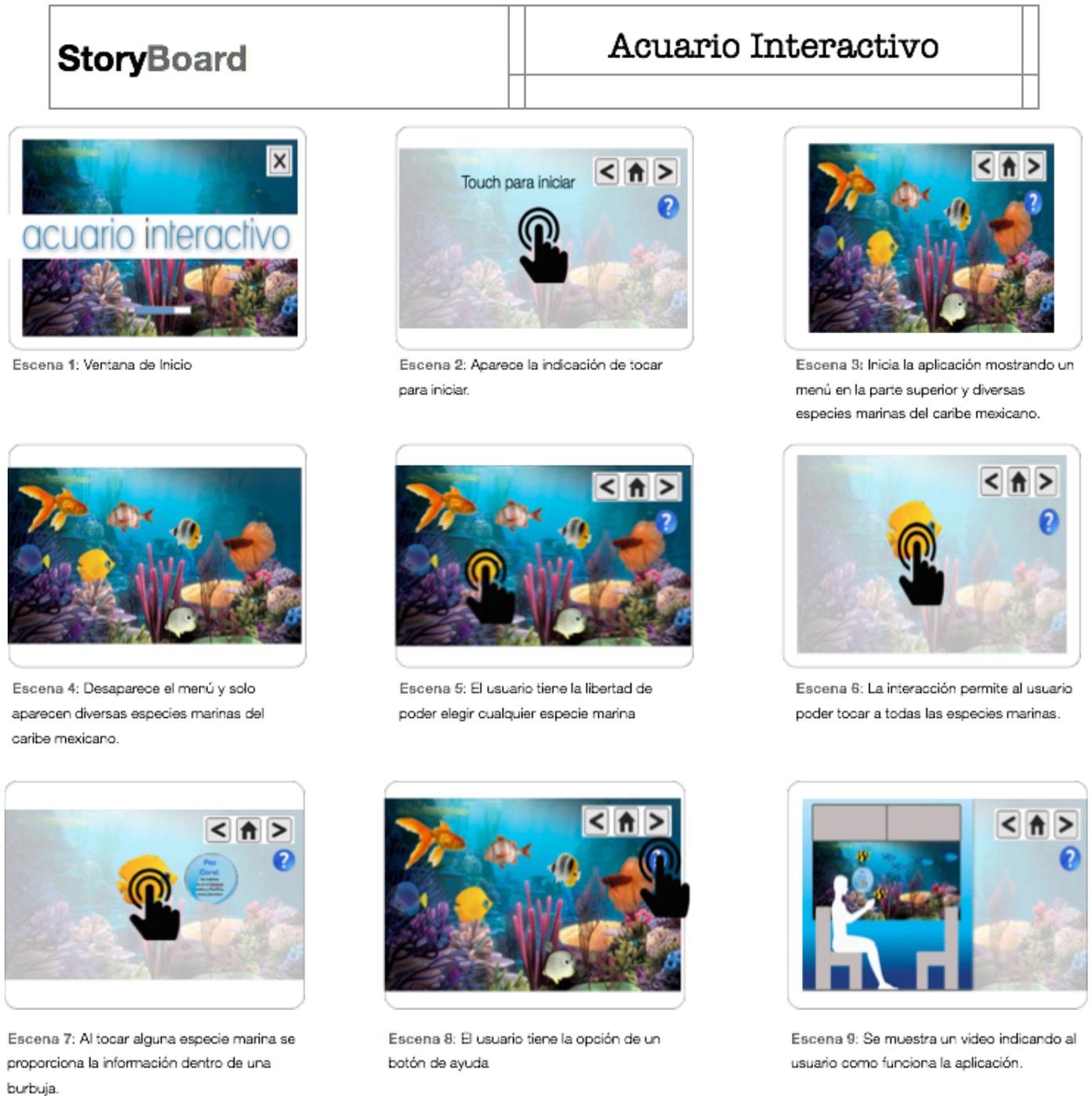


Figura 16. Storyboard de la aplicación multimedia.

Debido a que se requiere que el usuario navegue de forma sencilla y práctica en los contenidos de la aplicación, se propone usar una estructura lineal de acceso a la información y que no rebase los 3 niveles de profundidad, ya que:

- Investigadores como Larson y Czerwinski (en Brinck, Gergle y Wood, 2002) proponen que la profundidad no sea mayor a 2 o 3 niveles después de la página de inicio, y que no tenga más de 16 vínculos en su barra de navegación o menú principal [39].
- Nielsen y Loranger (2006) está de acuerdo con la Regla de los 3 clics, según la cual cualquier página en un sitio no debe estar a más de tres clics de distancia, de lo contrario, los usuarios desistirán en su búsqueda [40].

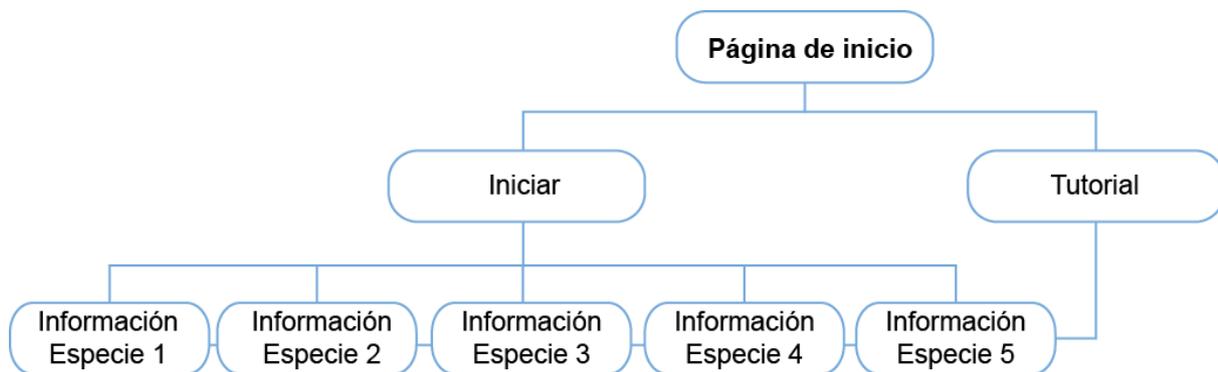


Figura 16. Diagrama de la estructura de información.

3.4. Bocetaje de de elementos gráficos

En el desarrollo de bocetaje de propuestas para la aplicación se recurrió al diseñador multimedia, Ezequiel Ruiz Terán; se le especificó que el ambiente marino debería estar basado en la fauna marina de el Caribe Mexicano y que el estilo visual debería ser tipo “ilustración vectorial”, la justificación de esta decisión es la siguiente:

- Hay poco material visual que muestre especies marinas en vista lateral, lo cual es un requerimiento para la animación 2D de las especies.
- La mayoría tiene derechos de autor, por lo que, en caso de usar dichas imágenes, se tendría que pagar por su uso.
- Para evitar la saturación en pantalla es conveniente utilizar ilustraciones en vez de fotografías, ya que la ilustración muestra solo los elementos esenciales de la especie, además el enfoque que requiere la aplicación es lúdico.

En la figura 18 se muestra la idea original de fauna marina real, para tener como base la realización de los bocetos.



Figura 18. Fauna Real del Mar Caribe



Figura 19. Bocetos de fauna marina

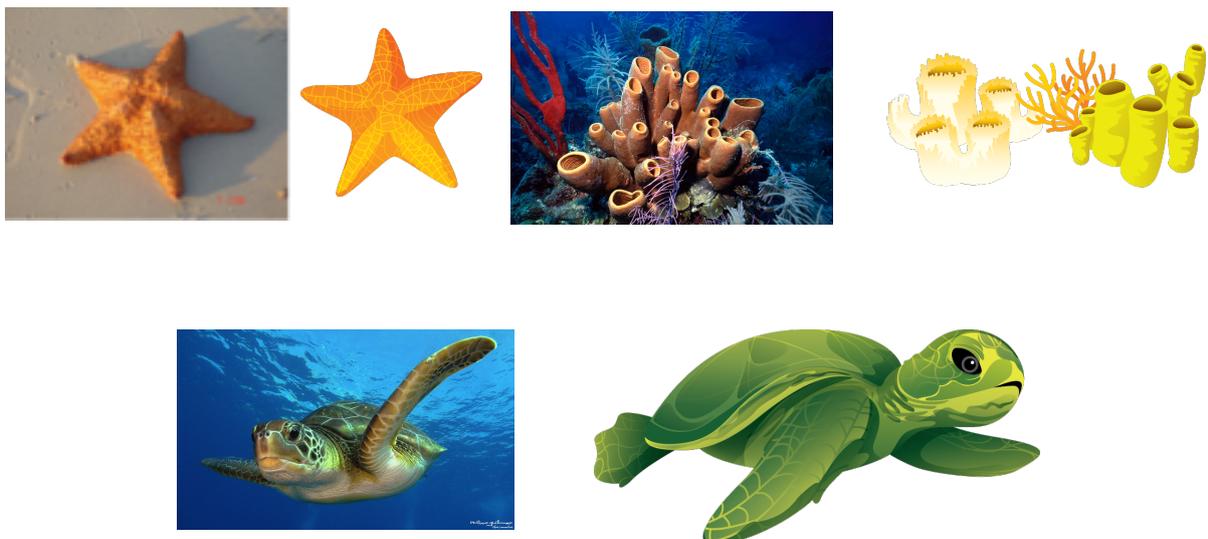


Figura 20. Comparativo entre imagen real e ilustración.

Con fines prácticos, para las pruebas de usabilidad se eligieron 5 especies representativas. En la figura 17 se muestra el comparativo entre la imagen real y la ilustración de algunas especies elegidas, note que se respetó de manera general, la forma, texturas y colores de las especies, este fue el criterio que se aplicó como requisito para la aceptación de las ilustraciones por parte del diseñador.

3.5. Representación a detalle de la propuesta

Para la representación final de la aplicación se consideró una paleta de colores y tipografía adecuada para la lectura de contenidos en pantalla. Se utilizó la familia Myriad Pro ya que ofrece diferentes estilos; además de ser una tipografía de palo seco, es decir, no tiene serifas o remates, característica que facilita su lectura en pantalla. El color usado en la tipografía es azul marino y azul cielo, esto sobre un fondo de color claro para generar un contraste adecuado para la legibilidad.



Figura 21. Tipografía y paleta de color para textos.

A continuación se muestra la propuesta a detalle.



Figura 22. Página de inicio.

En la página principal aparecerá un cargador en forma de barra que indicará al usuario que la aplicación se está cargando, en la parte superior derecha se mostrará el para salir de la aplicación.

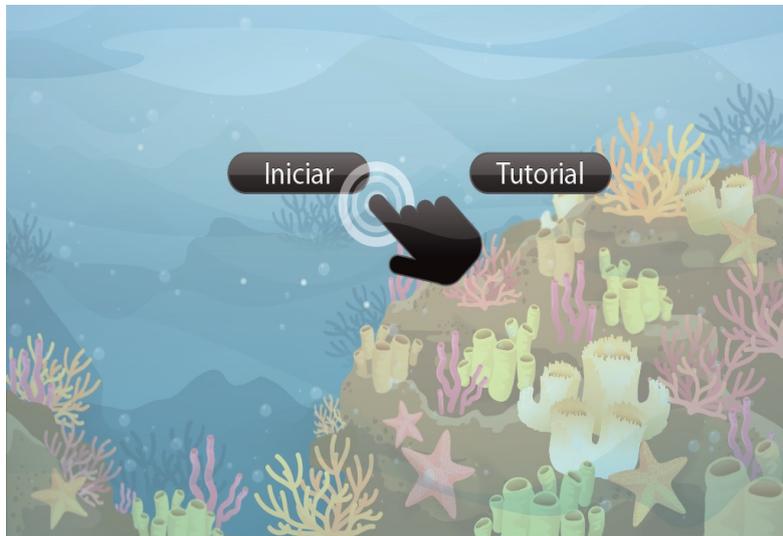


Figura 23. Selección de opciones.

El usuario tendrá dos opciones en la entrada, podrá iniciar presionando el botón “Iniciar” o revisar el tutorial con el botón “Tutorial”.

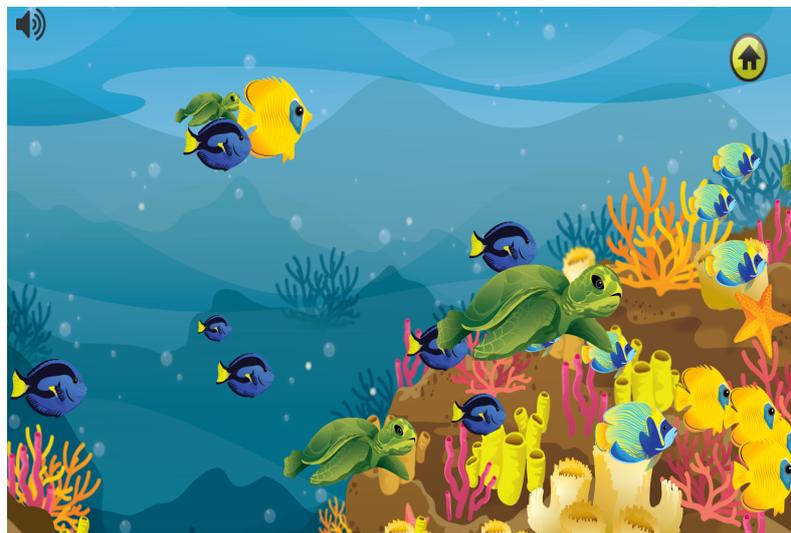


Figura 24. Escenario con fauna marina.

Si el usuario selecciona el botón “iniciar”, la aplicación muestra el escenario con la fauna marina, la cual está en movimiento. En esta sección se incluyen dos elementos, un botón para regresar a la sección anterior (botón de la esquina superior

derecha), y un botón para activar o desactivar el audio.



Figura 25. Selección del elemento y visualización de la información.

Para acceder a la información de un pez, se debe seleccionar el elemento, esto provoca que el fondo se muestre opaco. La información se visualiza en una burbuja. Si el usuario quisiera revisar el tutorial o regresar a la sección principal, puede emplear los botones ubicados en la esquina superior derecha.

3.6. Tecnología aplicada

Con fines prácticos, para realizar la prueba de usabilidad se desarrolló una aplicación Web, que tiene como base el lenguaje de programación html que se encarga de conectar a todas las tecnologías en la aplicación, como el estilo y la interacción con el usuario, además es capaz de ejecutarse en diferentes plataformas, dispositivos móviles (*smartphones*, televisiones o tabletas) y equipos de escritorio que tengan conexión a Internet.

Al ser una página web, para poder acceder se requiere de un navegador web, en la actualidad existe una gran variedad de ellos y en muchos de los casos ya están instalados en los dispositivos mencionados.

Las tecnologías utilizadas en la aplicación son:

- HTML o *HyperText Markup Language* (Lenguaje de Marcas de Hipertexto) da estructura a la página y permite colocar el contenido de manera organizada.

- CSS3 o Cascading Styles Sheets (Hojas de Estilo en Cascada): ayudó a separar el estilo del contenido y mejorar la manipulación de la presentación.
- JAVASCRIPT: encargado de la interacción con el usuario mediante el uso de *scripts*, pequeñas rutinas que se ejecutan cuando el usuario interactúa con la aplicación web y utilizado por su tamaño, flexibilidad y adaptabilidad.

La ventaja de este tipo de aplicaciones no requieren de distribución o instalación en los dispositivos, en lo que se pretende utilizar, ya que al ser una página web solo requiere de acceso a internet y la URL por sus siglas en inglés *Uniform Resource Locator* (Localizador Uniforme de Recursos) secuencia de caracteres que sigue un estándar y que permite denominar recursos dentro del entorno de Internet para que puedan ser localizados mandando a un servidor web. Lo cuales son ingresados al navegador web para el despliegue de la aplicación.

Las desventajas de este tipo de aplicaciones son: el ancho de banda que se tenga al hacer las pruebas de usabilidad y las capacidades del navegador web que se utilice.

Capítulo IV. Evaluación

4.1. Pruebas de Usabilidad

Después de analizar los requerimientos del usuarios mediante la técnica etnográfica “observación participante”, se creó una aplicación referente a la fauna marina del caribe mexicano, trabajando colaborativamente con un diseñador y un programador se llegó a la propuesta elegida. Esta aplicación se complementa con un ambiente de simulación utilizando luces de color azul y sonido del ambiente marino.

Con la finalidad de evaluar el sistema propuesto se realizaron dos pruebas de usabilidad para observar como es la interacción del usuario con este ambiente y esclarecer si efectivamente es favorable para la mejora de Experiencia de Usuario en un transporte colectivo, además esto ayudó definir las pautas para el diseño de ambientes interactivos.

Nombre del sistema evaluado: Acuario Interactivo.

Descripción del sistema evaluado. Acuario Interactivo es una aplicación diseñada para mejorar la Experiencia de Usuario durante su viaje en un transporte colectivo. Consta de tres elementos principales:

- 1.- Menú
- 2.- Interacción con especies del caribe mexicano
- 3.- Video tutorial

Descripción de los usuarios a quién está orientado. Por fines de investigación se definió al tipo de usuario de la siguiente manera: alumnos de licenciatura e ingeniería, y alumnos de maestría. Con el requerimiento de haber utilizado un transporte colectivo, las edades comprenden el intervalo de 18 años a 31 años.

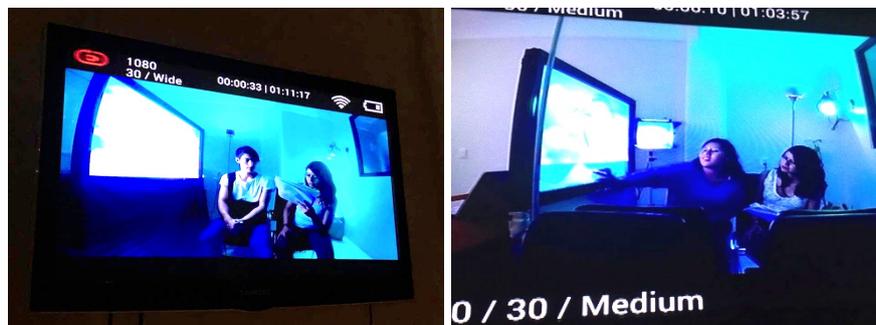


Figura 26. Usuarios durante la ejecución de la prueba.

Los objetivos de las pruebas es asegurar la facilidad de uso del sistema. Se muestra a continuación tres conceptos principales y la medida que será obtenida:

1. **Efectividad** – entendida como la medida en la cual el usuario logra completar la(s) tarea(s) propuestas con el sistema para realizar su trabajo.
2. **Eficiencia** – entendida como la rapidez con la que el usuario logró realizar la(s) tarea(s) propuestas para realizar su trabajo, y
3. **Satisfacción** – entendida como la preferencia general y gusto del usuario por el sistema por características identificadas por él en el software.

Objetivo	Forma de medición
Efectividad (<i>cuantificable</i>)	Número de actividades completadas con éxito Número de tareas completadas con éxito
Eficiencia (<i>cuantificable</i>)	Tiempo necesario para realizar cada actividad
Satisfacción (<i>cualitativo</i>)	¿Les gustó el sistema a los usuarios? ¿Se sintieron los usuarios confundidos o frustrados por el sistema? ¿Cómo califican los usuarios al sistema?

Tabla 8. Formas de medición.

Las pruebas de usabilidad que se aplicaron en este proyecto constan de tres actividades a evaluar: 1) Primera impresión y entrada, 2) Interactuar con el contenido y 3) Revisar tutorial. Estas actividades tienen tareas específicas guiadas por un guion y aplicadas por un facilitador.

Durante la evaluación de la Experiencia de Usuario, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Identificar si el usuario relaciona el ambiente marino con tranquilidad.
- Determinar si la ubicación de los botones es la correcta o incorrecta.
- Detectar si la información que se le proporciona al usuario es suficiente, si es clara, concisa.
- Identificar elementos poco entendibles para el usuario.

4.1.1. Primera prueba de Usabilidad

En este apartado se describen los resultados de la primera prueba de usabilidad, y las condiciones generales en las que se aplicaron las dos pruebas. Para la primera prueba participaron un total de 10 alumnos, que fueron seleccionados aleatoriamente por el Laboratorio de Usabilidad de la UTM, estos participantes se seleccionaron de todas las carreras y maestrías de la UTM.

Se uso solo un tipo de guion para las pruebas basado en la funcionalidad del sistema y para poder comparar resultados, en el anexo 3 se presenta el guion de pruebas. Las pruebas se realizaron los días 28 de mayo de 2015 y 26 de agosto en el Laboratorio de la Universidad Tecnológica de la Mixteca UsaLab.

Lugar dónde se realizaron las pruebas	Fecha	Número de pruebas y horarios
UsaLab	28 de mayo 2015	5 pruebas 5:00-7:00 p.m.
UsaLab	26 de agosto 2015	5 pruebas 5:00-7:00 p.m

Tabla 9. Fechas programadas para las pruebas.

El laboratorio consta de 3 áreas: un área de espera, un área de pruebas para el usuario y el facilitador, además de un área de observación.

En el área de pruebas para el usuario y el facilitador, se montó una simulación de un transporte colectivo utilizando sillas, luces de color azul (luz fría) y una pantalla táctil para la aplicación a evaluar, también se colocó equipo de video y comunicación para poder monitorear el proceso.



Figura 27. Instalación del área de pruebas para el facilitador y el usuario.



Figura 28. Instalación del área de observación no participante.

Circunstancias especiales

La instalación del ambiente interactivo, del equipo de video, la conectividad, se realizó un día antes con ayuda del técnico del UsaLab para poder rectificar su funcionalidad. Se adecuaron luces de color azul para poder complementar el ambiente. La pruebas se realizaron en tiempo y forma.

Configuración del equipo

Se utilizó el siguiente Hardware y software:

Hardware	Software
1 pantalla táctil de 42 pulgadas 1 laptop Sony VAIO Touchscreen SVF14A15CLS 2 cámaras Go Pro 4 1 WebCam Logitech V-U0024 1 Tripié Vivitar VPT-1200 2 Radios Midland LXT330 1 Micrófono Steren Cancelación de Ruido	Software Morae Recorder v3.3.3 Navegador Google Chrome

Tabla 10. Hardware y software utilizado en las dos pruebas.

4.1.1.1. Resultados cuantitativos

En la primera prueba se tuvo la participación de usuarios con las siguientes características:

Características de los participantes			
Usuario	Edad	Sexo	Profesión
1	19	Mujer	Ingeniería
2	21	Hombre	Ingeniería
3	21	Hombre	Ingeniería
4	31	Hombre	Maestría
5	19	Mujer	Ingeniería

Tabla 11. Características de los usuarios en la prueba 1.

Para medir la efectividad se consideró el número de actividades y tareas completadas con éxito. Para la actividad 1) *primera impresión y entrada*, se pidió al usuario que diera su opinión acerca de la pantalla de inicio y se invitó a que entrara a la aplicación. La siguiente tabla muestra los resultados:

Tareas	Indicador de logro de la tarea	Número de participantes que lograron la tarea
¿Me puedes describir qué es lo que ves?	El usuario reconoce que la aplicación está relacionada con el mundo marino	5 de 5
¿Identificas algún botón? ¿Me lo podrías señalar?	El usuario identifica claramente que hay dos botones en la página de inicio.	5 de 5
¿Me puedes decir para que sirve cada botón?	Se reconoce cual es la función de cada botón: entrar a la aplicación y ver el tutorial, respectivamente.	5 de 5

Tabla 12. Indicadores del logro de las tareas de la actividad 1.

Como se puede ver en la tabla 12, todos los participantes pudieron cumplir con las tareas y lograr con éxito la actividad.

Para la actividad 2) *interactuar con el contenido*, se pidió al usuario interactuar con los elementos (fauna marina) y revisar el contenido de alguna especie, adicionalmente se le preguntó acerca de la claridad de la información presentada. La siguiente tabla muestra los resultados:

Tarea y opinión acerca de la tarea	Indicador de logro de la tarea	Número de participantes que lograron la tarea
¿Qué harías con los peces?	El usuario es capaz de presionar alguna especie marina para revisar su información.	2 de 5
¿Crees que debe ser más clara la información?	La información presentada de cada especie es suficiente y fácil de leer.	5 de 5

Tabla 13. Indicadores del logro de las tareas de la actividad 2.

Como se puede ver en la tabla 13, solo dos de cinco participantes lograron la tarea, los demás interpretaron que los peces se tenían que mover para acomodarlos, agruparlos o moverlos y aplicarles “zoom”, esto indica que se tiene que reforzar la manera en como el sistema le da pistas al usuario acerca de lo que debe hacer con los peces. En relación a la claridad de la información se obtuvo un buen resultado ya que todos los participantes afirmaron que les fue fácil leer el contenido.

Para la actividad 3) *revisar tutorial*, se pidió al usuario que realizará una consulta del tutorial y que calificará la claridad con la que se realiza dicha tarea. La tabla 13 muestra los resultados:

Tarea y opinión acerca de la tarea	Indicador de logro de la tarea	Número de participantes que lograron la tarea
Supón que necesitas saber cómo funciona la aplicación ¿Qué harías? ¿Hay algo en la aplicación que te ayude?	El usuario es capaz de navegar por la aplicación para abrir y revisar el tutorial.	5 de 5
¿Fue claro el proceso?	El usuario opina que fue sencillo realizar este proceso.	5 de 5

Tabla 14. Indicadores del logro de las tareas de la actividad 2.

De acuerdo con los resultados de la actividad 3, para los participantes es claro y fácil realizar el proceso de revisión del tutorial.

Duración total de la interacción y promedio general			
Usuario	Hora inicio	Hora final	Total en minutos
1	5:28	5:36	9
2	5:42	5:54	12
3	6:00	6:14	14
4	6:23	6:39	16
5	6:46	6:58	12
Promedio general			12.6

Tabla 15. Duración total de la interacción y promedio general.

En relación a la eficiencia, se cuantificó el tiempo empleado en realizar las tres actividades; de acuerdo con los resultados, para la primera prueba de usabilidad se tiene un promedio de 12.6 minutos; no obstante se identificó que los participantes 3 y 4 tuvieron resultados superiores a la media, el primero empleó más tiempo en reconocer qué se tenía que hacer con los peces y el cuarto participante invirtió más tiempo en averiguar cómo salir del tutorial.

Calificación general de la aplicación	
Usuario	Calificación general
1	8.4
2	8
3	8.5
4	9
5	9
Promedio	8.6

Tabla 16. Calificación general de la aplicación.

Finalmente, la calificación final promedio que fue dada a la aplicación fue de 8.6, es un resultado aceptable pero se puede mejorar.

4.1.1.2. Resultados cualitativos

Para conocer la opinión de los participantes respecto a la experiencia de uso de la aplicación en la simulación se consideraron las siguientes preguntas: ¿Qué les gustó de la aplicación? ¿Qué no les gustó de la aplicación? y ¿Cuál fue la parte que les pareció más complicada o difícil de usar?

A partir de los resultados se obtuvo que lo que les gustó fue la temática de la aplicación (fondo marino), el sonido ya que les pareció relajante, y que en general, la aplicación es entretenida, ya que pueden conocer más acerca de la fauna marina.

Lo que no les gustó fue los colores intensos de algunas especies, que la aplicación no presentaba el sonido desde el inicio, es decir, se tenía que presionar un botón para escuchar la música, y que no era claro qué se tenía que hacer con los peces, algunos en vez de presionarlos para ver su información, los agrupaban o pretendían acercarlos “zoom”.

4.1.2. Recomendaciones y mejoras

A partir de los resultados de la primera prueba se realizaron modificaciones a la interfaz gráfica, los cuales son mostrados a continuación:

Problema: los usuarios comentaron que la imagen de fondo estaba saturada de elementos.

Modificación: se propone un fondo más limpio, a fin de evitar la saturación de elementos y mejorar el contraste.

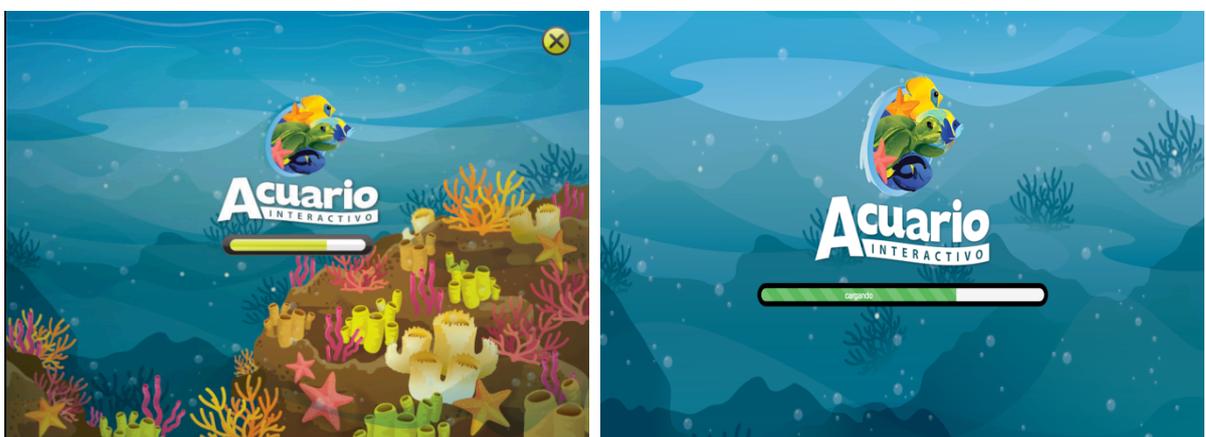


Figura 29. Limpieza en los elementos visuales del fondo.



Figura 30. Propuesta de avatar en la aplicación.

Problema: a los usuarios se les complicaba presionar los botones ubicados en la esquina superior derecha.

Modificación: se decidió mostrar solamente dos botones y ubicarlos en la zona inferior de la pantalla, a fin de facilitar al usuario la interacción (ver figura 27).



Figura 31. Propuesta de avatar en la aplicación.

Problemas: no queda claro qué es lo que se tiene que hacer con los elementos (peces, tortugas y corales), además, los usuarios comentaron que la pantalla estaba saturada de fauna marina, y algunos tonos de los corales son muy estridentes.

Modificación: se agregó un avatar o personaje que guía al usuario mediante instrucciones acerca de lo que puede hacer (ver figura 27), este personaje también está presente en la página de inicio (ver figura 28). Se aclara que el personaje aparece y desaparece en pantalla cada 5 segundos. Además se muestran menos especies para que el usuario no perciba una pantalla saturada de elementos y se eliminan los corales con colores estridentes.

4.1.3. Segunda prueba de Usabilidad

En la segunda prueba de Usabilidad se aplicaron las mismas condiciones de la primera prueba, el objetivo fue evaluar si los cambios realizados en la interfaz gráfica, mejoraron la calificación general de la aplicación.

En esta prueba se tuvo la participación de los siguientes usuarios:

Características de los participantes			
Usuario	Edad	Sexo	Profesión
1	26	Mujer	Ingeniería
2	18	Mujer	Ingeniería
3	25	Hombre	Ingeniería
4	35	Hombre	Maestría
5	28	Hombre	Ingeniería

Tabla 17. Características de los usuarios en la prueba 2.

4.1.3.1 Resultados cuantitativos

A continuación se muestra un comparativo ente los resultados de la primera prueba y la segunda, a fin de verificar si se presentaron mejoras.

Indicador de logro de la tarea	Número de participantes que lograron la tarea en la prueba 1	Número de participantes que lograron la tarea en la prueba 2
El usuario reconoce que la aplicación está relacionada con el mundo marino	5 de 5	5 de 5
El usuario identifica claramente que hay dos botones en la página de inicio.	5 de 5	5 de 5
Se reconoce cual es la función de cada botón: entrar a la aplicación y ver el tutorial, respectivamente.	5 de 5	5 de 5

Tabla 18. Comparativo de resultados de la actividad 1.

Para la actividad 1) *primera impresión y entrada*, se obtuvo el mismo resultado, lo cual indica que para los usuarios sigue siendo fácil reconocer la temática de la aplicación e identificar la función de los dos botones en la página de inicio.

Indicador de logro de la tarea	Número de participantes que lograron la tarea en la prueba 1	Número de participantes que lograron la tarea en la prueba 2
El usuario es capaz de presionar alguna especie marina para revisar su información.	2 de 5	5 de 5
La información presentada de cada especie es suficiente y fácil de leer.	5 de 5	5 de 5

Tabla 19. Comparativa de resultados de la actividad 2.

Para la actividad 2) *interactuar con el contenido*, se obtuvo una mejora ya que, en esta segunda prueba, todos los participantes fueron capaces de interactuar con los peces sin mayor problema, debido a que el personaje guía (el buzo) les daba pistas acerca de lo que debían hacer.

Indicador de logro de la tarea	Número de participantes que lograron la tarea en la prueba 1	Número de participantes que lograron la tarea en la prueba 2
El usuario es capaz de navegar por la aplicación para abrir y revisar el tutorial.	5 de 5	5 de 5
El usuario opina que fue sencillo realizar este proceso.	5 de 5	5 de 5

Tabla 20. Comparativa de resultados de la actividad 3.

Para la actividad 3) *revisar tutorial*, permanecieron los mismos resultados de la primera prueba, es decir, para los participantes es claro y fácil realizar el proceso de revisión del tutorial.

Duración total de la interacción y promedio general			
Usuarios prueba 1	Total minutos, prueba 1	Usuarios prueba 2	Total en minutos, prueba 2
1	9	1	13
2	12	2	11
3	14	3	11
4	16	4	11
5	12	5	17
Promedio general	13.2	Promedio general	12.6

Tabla 21. Comparativo entre duración total y promedios.

En relación a la eficiencia, se obtuvo una mejora en el tiempo promedio de realización de todas las actividades, pasando de 13.2 a 12.6 minutos.

Calificación general de la aplicación		
Usuario	Calificación general Prueba 1	Calificación general Prueba 2
1	8.4	9
2	8	10
3	8.5	9
4	9	9
5	9	9
Promedio	8.6	9.2

Tabla 22. Comparativo de calificación general de la aplicación.

Finalmente, la calificación final promedio que fue dada a la aplicación en la segunda prueba fue de 9.2, lo cual indica que en general, los cambios realizados en la interfaz gráfica, inciden en una mejor valoración de la aplicación por los participantes.

4.1.3.2 Resultados cualitativos

En los resultados cualitativos se obtuvieron los siguientes resultados: en relación a lo que más les gustó de la aplicación, los usuarios opinaron que los colores son agradables, el sonido es relajante y acorde a la temática de la aplicación, y que la animación de los peces es agradable.

En relación a lo que no les gustó de la aplicación, no hubo comentarios al respecto. En general todos opinaron que no se presentaron actividades complicadas, o elementos difíciles de usar.

Capítulo V. Conclusiones

5.1. Propuesta de pautas

A partir del trabajo desarrollado, en esta sección se proponen pautas para el diseño de ambientes interactivos que mejoren la experiencia de usuario en un transporte colectivo.

Se aclara que estas pautas solo son válidas para aquellos proyectos que sean similares al desarrollado en esta tesis, es decir, ambientes interactivos que estimulen al usuario a partir de: 1) una ambientación del vagón y 2) la interacción con una aplicación multimedia informativa, que presente información sobre fauna de un ambiente natural.

Pauta 1. Analizar las condicionantes técnicas, económicas y sociales.

Dimensión técnica. Es importante considerar con qué tecnología se cuenta, sus capacidades y sus limitantes para ser acoplada a la estructura del vagón.

Dimensión económica. Es relevante considerar la inversión requerida y la manera en como se financiará el proyecto, como se mencionó en los antecedentes, es una práctica común que las empresas paguen por ambientar con publicidad los vagones de los metros para incidir de manera positiva en el estado de ánimo de los pasajeros.

Dimensión social. Hay que considerar el contexto cultural en el que se interpretará el mensaje, se debe respetar valores y principios. En esta tesis se aplicó una encuesta para identificar el tipo de ambiente natural y colores que usuarios mexicanos asocian a la relajación y tranquilidad, a fin de aplicarlos en la temática del ambiente interactivo.

Pauta 2. Definir una temática para ambientar el vagón en función del estado de ánimo que se desea estimular en los pasajeros. En esta tesis se evaluó si la temática del ambiente marino influía en una experiencia positiva; de acuerdo con los resultados, ambientar la sala con el color azul, presentar sonidos de olas del mar, y facilitar al usuario la interacción con una aplicación multimedia informativa de la fauna marina del caribe mexicano, influye de manera positiva en la percepción que tienen los participantes mexicanos sobre su estado de ánimo, por ejemplo, 80% de los participantes afirmaron estar tranquilos y relajados durante toda la prueba.

Pauta 3. Facilitar al usuario la interacción con el contenido de la aplicación multimedia por medio de un personaje o guía que oriente al usuario mediante instrucciones.

Pauta 4. Se deben mostrar pocos botones de navegación y estos deben estar localizados en la parte inferior de la pantalla, a fin de evitar que el usuario tenga que pararse o estirar los brazos para presionarlos.

Pauta 5. La información presentada en la aplicación multimedia debe ser breve, concisa y sencilla de entender para el usuario, se recomienda mostrar información que pueda causar interés o asombro, por ejemplo datos curiosos.

Pauta 6. Generar un buen contraste entre los elementos y el fondo de la pantalla, midiendo la cantidad de elementos que se presentarán y mostrando un fondo limpio y claro.

Pauta 7. Ofrecer al usuario un tutorial en forma de video con subtítulos, ya que es más práctico para los participantes ver un video que les explique paso a paso cómo utilizar la aplicación en vez de leer un manual con mucho texto.

Pauta 8. Se recomienda usar la tecnología de bocinas especiales auto dirigidas para que el sonido de la aplicación solo sea percibida por los usuarios que están sentados cerca de la pantalla, esto con el fin de evitar la reverberación en caso de que varios usuarios utilicen al mismo tiempo sus pantallas.

Por lo mencionado hasta el momento, el objetivo general “Proponer una simulación del ambiente marino y a partir de ello generar pautas para el diseño de ambientes interactivos que mejoren la Experiencia de Usuario en un Transporte Colectivo” se ha cumplido.

No obstante se aclara que para poder confirmar estas pautas y los resultados de las pruebas de usabilidad, será necesario realizar pruebas en un contexto real.

5.2. Comprobación de hipótesis

Debido a que la fuente que emitió mayor estimulación visual, táctil y auditiva fue la aplicación multimedia informativa, se propuso evaluar, mediante dos pruebas de usabilidad, la experiencia del usuario generada por la inmersión de participantes en un ambiente marino (simulación de vagón ambientado con color azul) y su interacción con la aplicación multimedia informativa.

Se midieron las siguientes variables de usabilidad: eficacia, eficiencia y satisfacción; las dos primeras se midieron en forma cuantitativa, mediante los siguientes indicadores: número de actividades completadas con éxito, número de tareas completadas con éxito y tiempo necesario para realizar cada actividad.

La satisfacción se analizó mediante preguntas abiertas que ayudaron a entender la opinión de los usuarios respecto a su interacción con la aplicación, se consideraron las siguientes preguntas: ¿Qué les gustó de la aplicación? ¿Qué no les gustó de la aplicación? y ¿Cuál fue la parte que les pareció más complicada o difícil de usar?

A partir de los resultados de las dos pruebas y las modificaciones realizadas en los elementos de la interfaz gráfica se obtuvo lo siguiente:

- Es fácil reconocer la temática de la aplicación e identificar la función de los dos botones en la página de inicio.
- Los usuarios fueron capaces de interactuar con los peces sin mayor problema, debido a que el personaje guía (el buzo) les daba pistas acerca de lo que debían hacer.
- Para los participantes es claro y fácil realizar el proceso de revisión del tutorial.
- Los participantes opinaron que los colores son agradables, el sonido es relajante y acorde a la temática de la aplicación, y que la animación de los peces es agradable.
- En relación a lo que no les gustó de la aplicación, en la segunda prueba de usabilidad no hubo comentarios al respecto. En general todos opinaron que no se presentaron actividades complicadas, o elementos difíciles de usar.

A partir de estos resultados se comprueba la hipótesis: “Al aplicar estimulación auditiva, visual y táctil por medio de una simulación del ambiente marino dirigido a usuarios de un Transporte Colectivo, se mejorará la Experiencia de Usuario”.

Sin embargo, cabe aclarar que esta hipótesis se comprueba para el contexto de un laboratorio, y por esto, se reconoce que hay variables intervinientes que por limitaciones no pudieron ser reproducidas. De ahí que, como ya se mencionó, es conveniente y necesario realizar pruebas en un contexto real.

5.3. Trabajo futuro

Todo proyecto de tesis conlleva limitaciones tanto en recursos, tiempo, conocimiento y tecnología, por mencionar ejemplos, esto incide en los alcances que se pretenden lograr, por esto a continuación se menciona el trabajo futuro que debido a limitaciones no se pudo cumplir en la tesis:

- Utilizar técnicas de medición cuantitativa del estado físico (presión arterial, impedancia eléctrica de la piel, etc.) del usuario para poder corroborar, con mayor precisión, que efectivamente se tiene una respuesta favorable por parte de los usuarios en un ambiente interactivo, como el que se propone en esta tesis.
- Probar la aceptación de otros estilos de ilustración y animación en la aplicación multimedia, por ejemplo, en vez de utilizar animaciones 2D, probar con animaciones 3D.
- Realizar pruebas con otros ambientes naturales y comparar resultados.
- Analizar la efectividad de la aplicación multimedia si se utiliza en dispositivos móviles.

Anexo 1 Cuestionario para encuesta a estudiantes

Instrucciones: Si usted ha viajado en el metro de la Ciudad de México, nos interesa su opinión. Si no por favor conteste esta encuesta con base en el conocimiento que tenga sobre el transporte público.

Sexo: Hombre Mujer

1.- ¿Usted ha viajado en el metro?

Sí No

2.- ¿Considera que en el transporte público es necesaria una adecuada ventilación?

Sí No

3.- ¿Podría marcar cuál de los siguientes ambientes le causa tranquilidad?



4.- Marque el color que le provoca tranquilidad o relajación:

- verde
- azul
- amarillo
- blanco
- morado
- café

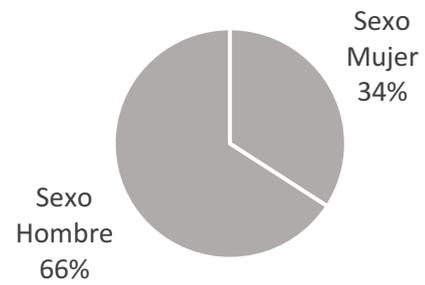
Muchas gracias por su participación, su información será de gran ayuda en mi tema de investigación.

Anexo 2 Resultados de la encuesta

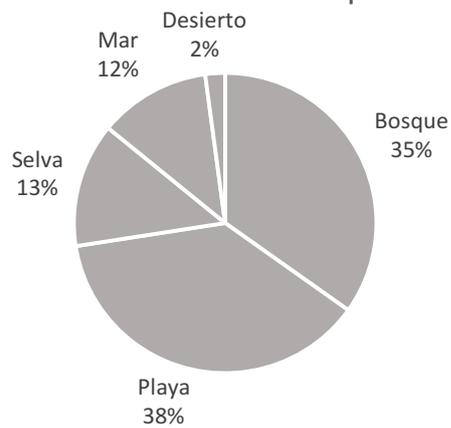
¿Usted ha viajado en el metro?



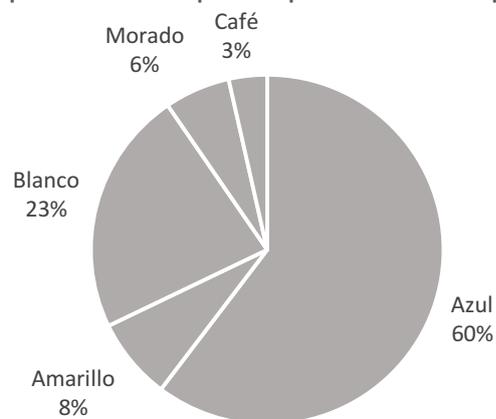
Sexo



¿Podría marcar cuál de los siguientes ambientes le causa tranquilidad?



Marque el color que le provoca tranquilidad



Anexo 3 Guion para prueba de usabilidad

App Acuario interactivo

Buen día _____ Muchas gracias por el tiempo que te has tomado para realizar esta evaluación.

El objetivo de la prueba es conocer las opiniones que se tienen con respecto al prototipo de una aplicación interactiva sobre la fauna marina, diseñada para transportes colectivos.

La siguiente evaluación nos permitirá conocer mejoras para la aplicación, no tus habilidades.

Nombre: _____

Edad: _____

Nivel de estudios: _____

Facilitador: Te daré las indicaciones generales de las tareas pero no podré ayudarte a realizar ninguna de las tareas, te pido que en todo momento pienses en voz alta, lo que vayas a hacer.

Comenta cualquier pensamiento que tengas durante la prueba.

Te mencionaré cada tarea, una a la vez, te pido por favor que cuando haya terminado la tarea, me lo digas para pasar a la siguiente. La aplicación que vas a probar es un prototipo, te pedimos que centres tu atención en las tareas mencionadas únicamente. ¿Tienes alguna duda?

A continuación recrearemos un contexto ficticio de la aplicación y te pedimos imaginar un escenario, adquirir el rol de un personaje e involucrarse en la situación descrita. *Te encuentras en un transporte colectivo, después de ir a la escuela 8:30 p.m.; te sientes cansado, aburrido y buscas algo para relajarse, antes de entrar al transporte público leíste que se implemento un sistema interactivo con pantallas táctiles dentro de ese transporte público.*

Actividad 1: Primera impresión y entrada

[El facilitador iniciará la aplicación para activarla e indicará que vea la pantalla y a continuación se le formulan las siguientes preguntas:]

1.-¿Me puedes describir qué es lo que ves? Mencionalo en voz alta

2.-¿Identificas algún botón? ¿Me lo podrías señalar?

3.-¿Me puede decir para que sirve cada botón?

Realizar la tarea fue:

	0	1	2	3	4	5	
Fácil							Difícil

Actividad 2: interactuar con el contenido. Te pido que inicies la app, ¿cómo lo harías?

[El facilitador le pide al usuario que interactúe con los elementos de la interfaz]

1.-¿Qué harías con los peces?

2.-¿Crees que debe ser mas clara la información?

Sí

No

Comentarios:

Actividad 3: Revisar tutorial

[El facilitador propone una situación ficticia al usuario y le pide que interactúe con los elementos de la interfaz]

1.-Supón que necesitas saber como funciona la aplicación ¿Qué harías? ¿Hay algo en la app que te ayude?

[en caso de presionar el signo de interrogación, mencionarle que ahora tiene que revisar el videotutorial]

Sí

No

2.-¿Fue claro el proceso?

	0	1	2	3	4	5	
Fácil							Difícil

Comentarios:

Para finalizar se le pide que conteste el siguiente cuestionario:

1.-¿Qué te gusto de la aplicación?

2.-¿Qué no te gusto de la aplicación?

3.-¿Cuál fue la parte que te pareció más complicada o difícil de usar?

“Muchas gracias por haber participado en esta prueba y haberme brindado información y comentarios que seguramente servirán para mejorar la aplicación.

Le pido calificar la aplicación en general.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fácil												Difícil

9.- ¿Los colores aplicados en la interfaz lo ayudaron a relajarse?

Sí no

10.- ¿Fue fácil navegar en la aplicación?

Sí no

11.- ¿Considera que la información que se brinda de cada especie marina es suficiente?

Si no

“Muchas gracias por haber participado en esta prueba y haberme brindado información y comentarios que seguramente servirán para mejorar la aplicación.”

Lista de referencias

- [1] Navarrete, Aleyda y Arias, Laura (2013) *Mejora de la Experiencia de Usuario para el Metro de la Ciudad de México: Ai Metro, Acuario Interactivo*. Ponencia en Sexta Conferencia Latinoamericana de Interacción Humano Computadora.
- [2] Rosenberg, Andrés (19 de agosto de 2010) *Ranking: Top 10 líneas del metro en el mundo*. Consultado en: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2010/08/19/ranking-top-10-lineas-de-metro-del-mundo/>
- [3] Transport for London (19 de noviembre de 2015) *Poems on the Underground*. Consultados en: <https://tfl.gov.uk/corporate/about-tfl/culture-and-heritage/poems-on-the-underground>
- [4] TECNALIA (11 de abril de 2012) *Tecnología pionera para el transporte público*. Consultado en: <http://www.tecnalia.com/es/ict-european-software-institute/noticias/tecnologia-pionera-para-el-transporte-publico.htm>
- [5] DecoLuxe (23 de abril de 2008) *Trenes japoneses redecorados por IKEA*. Consultado en: <http://www.decoluxe.net/tag/metro/>
- [6] Plataforma Urbana (14 de octubre de 2012) *“Art on Track”: Galerías de arte en vagones de metro (Chicago)* Consultado en: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/10/14/art-on-track-galerias-de-arte-en-vagones-de-metro-chicago/>
- [7] Treneando (08 de noviembre de 2015) *Metro Madrid desplegará a partir de enero un sistema de publicidad dinámica de túneles* <http://treneando.com/2014/11/08/metro-madrid-desplegara-a-partir-de-enero-un-sistema-de-publicidad-dinamica-en-el-interior-de-los-tuneles/>
- [8] CNN México (08 de julio de 2011) *La población de México creció en 31 millones en los últimos 20 años: INEGI*. Consultado en: <http://mexico.cnn.com/nacional/2011/07/08/la-poblacion-de-mexico-crecio-en-31-millones-en-los-ultimos-20-anos-inegi>
- [9] ONU y Senado de la República de México (2015) *Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015*.
- [10] La Jornada Jalisco (28 de febrero de 2012) *Importancia del transporte público en las grandes ciudades*. Consultado en: <http://lajornadajalisco.com.mx/2012/02/importancia-del-transporte-publico-en-las-grandes-ciudades/>
- [11] Hassan, Yusef y Martín, Francisco (2005) *La Experiencia del Usuario*. En *No solo usabilidad*, No. 4. Consultado en: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/experiencia_del_usuario.htm
- [12] Moreno, Alberto. (2010) *Prototipos Básicos*. Apuntes de segundo semestre de Maestría en Medios Interactivo.
- [13] Gobierno del Distrito Federal. (2015) *Servicios. Red de Transporte de Pasajeros del D.F.* Consultado en: <http://www.rtp.gob.mx/rtp.html>
- [14] Schwandl, Robert (2007) *What is a metro?*. Consultado en: <http://www.urbanrail.net/about.htm#definition>
- [15] Diccionario de lengua española, versión en línea. Consultado en: <http://dle.rae.es/?w=autobús&m=form&o=h>
- [16] Barrios, Agustín (s.f.) *¿Cómo funciona el metro de la ciudad de México?* Consultado en: <http://www.agustin.mx/Posts.php?a=MetroMexic>

- [17] Hassan, Yusef y Martín-Fernández, Francisco (2005) La Experiencia del Usuario. En *No Solo Usabilidad*, (4). Consultado en: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/experiencia_del_usuario.htm
- [18] Garrett, James (2011) *The Elements of User Experience* (2ª ed.). EE.UU: Pearson Education.
- [19] Arizpe, Gustavo (02 de abril de 2004) Los Elementos de la Experiencia de Usuario. Consultado en: <http://www.area.com.mx/estrategia/los-elementos-de-la-experiencia-de-usuario.php>
- [20] Morales, Nora (2014) Etnografía aplicada al diseño. La observación y otras herramientas de investigación. En Salinas, Oscar y Losada, Ana (eds.) *Diseño Centrado en el Usuario. Métodos e interacciones*. México: Designio.
- [21] Hassan, Yusef y Martín, Francisco. (2004). Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitio web accesibles. En *Revista Española de Documentación Científica*, 3(27), 330-344. Consultado en: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/viewFile/156/210>
- [20] Moreno, Mario y Peralta, María (2015) La usabilidad y la experiencia del usuario. En Muñoz, Jaime; González, Juan y Sánchez Alfredo (coord.) *La interacción Humano-Computadora en México*. México: Pearson.
- [21] ISO/IEC (1991) *ISO/IEC9126 International Standard*. Suiza: Autor.
- [22] Luzardo, Ana (2009). *Diseño de la Interfaz Gráfica Web en Función de los Dispositivos Móviles. Caso de Estudio: Diarios Digitales*. Universidad de Palermo, Argentina. Tesis de Maestría.
- [23] Maeda, John (2006). *Las leyes de la simplicidad*. España: Gedisa.
- [24] Colborne, Giles (2011). *Simple and Usable Web, Mobile, and Interaction Design*. EE. UU.: New Riders.
- [25] Hassan, Yusef y Ortega, Sergio (2009). *Informe APEI sobre usabilidad*. [En línea]. Consultado el 14 de junio de 2012. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/13253/1/informeapeiusabilidad.pdf>
- [26] Morville, Peter y Rosenfeld, Louis. (2006). *Information Architecture for the World Wide Web*. EE. UU.: O'Reilly.
- [27] Crow, D. (2008). *No te creas una palabra; una introducción a la semiótica*. España: Promotora de Prensa Internacional.
- [28] Barr, P., Biddle, R. & Noble, J. (2002). A taxonomy of user-interface metaphors. (Technical Report CS-TR-02-11). Nueva Zelanda: Victoria University of Wellington. Consultado en: <http://www.mcs.vuw.ac.nz/comp/Publications/CS-TR-02-11.abs.html>
- [29] Baranauskas, C. y Oliveira, O. (2004). Interface de Usuário sob a Lente de Abordagens Semiótica. En Villar, R. y Scolari, C. (coord.), *Corpus Digitalis- Semióticas del mundo digital*. (pp. 61-72). España: Gedisa.
- [30] Nadin, M. (1988). *Interface design: A semiotic paradigm*. Consultado en: <http://www.nadin.ws/wp-content/uploads/2007/02/interfac.pdf>
- [31] Scolari, C. (2004). *Hacer clic. Hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales*. España: Gedisa.
- [32] Dondis, Donis. (2008). *La sintaxis de la imagen: introducción al alfabeto visual* (1ª ed., 20ª tirada.). España: Gustavo Gilli.
- [33] Wucius, Wong. (2008). *Fundamentos del Diseño* (1ª ed, 9ª tirada.). España: Gustavo Gili.

- [34] Arnheim, Rudolf (2002) *Arte y percepción visual. Psicología del ojo*. España: Alianza Editorial.
- [35] Ortiz, Georgina. (2011) *El significado de los colores* (3a ed.). México: Trillas.
- [36] De la Torre, Guillermo (2013) *El lenguaje de los símbolos gráficos. Introducción a la comunicación visual*. México: Limusa.
- [37] SEDETUR (2015) *Página oficial de la Secretaria de Turismo del Estado de Quintana Roo*. Consultado en: <http://caribemexicano.qroo.gob.mx>
- [38] PROFEPA (2014) *Especies marinas protegidas*. Consultado en: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/429/1/mx/especies_marinas_protegidas.html
- [39] Brinck, T., Gergle, D. y Wood, S. (2002). *Designing web sites that work: Usability for the web*. EE. UU.: Morgan Kaufmann Publishers.
- [40] No puedo creer (01 de julio de 2011) *El supermercado en el andén del metro*. Consultado en: <http://www.nopuedocreer.com/quelohayaninventado/19021/el-supermercado-en-el-anden-del-metro/>
- [41] Baptiste (07 de junio de 2015). *Stockholm Metro*. Consultado en: <http://www.fubiz.net/2011/06/07/stockholm-metro/>
- [42] Notimex (17 de diciembre de 2015) Exhiben arte británico en estación del Metro. Consultado en: <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2015/12/17/1064072#view-1>

Tipo de referencias consultadas

Libros, manuales y reportes

- Arnheim, Rudolf (2002) *Arte y percepción visual. Psicología del ojo*. España: Alianza Editorial.
- Baranauskas, C. y Oliveira, O. (2004). Interface de Usuário sob a Lente de Abordagens Semiótica. En Villar, R. y Scolari, C. (coord.), *Corpus Digitalis- Semióticas del mundo digital*. (pp. 61-72). España: Gedisa.
- Brinck, T., Gergle, D. y Wood, S. (2002). *Designing web sites that work: Usability for the web*. EE. UU.: Morgan Kaufmann Publishers.
- Colborne, Giles (2011). *Simple and Usable Web, Mobile, and Interaction Design*. EE. UU.: New Riders.
- Crow, D. (2008). *No te creas una palabra; una introducción a la semiótica*. España: Promotora de Prensa Internacional.
- De la Torre, Guillermo (2013) *El lenguaje de los símbolos gráficos. Introducción a la comunicación visual*. México: Limusa.
- Dondis, Donis. (2008). *La sintaxis de la imagen: introducción al alfabeto visual* (1ª ed., 20ª tirada.). España: Gustavo Gilli.
- Garrett, James (2011) *The Elements of User Experience* (2ª ed.). EE.UU: Pearson Education.
- ISO/IEC (1991) *ISO/IEC9126 International Standard*. Suiza: Autor.
- Luzardo, Ana (2009). *Diseño de la Interfaz Gráfica Web en Función de los Dispositivos Móviles. Caso de Estudio: Diarios Digitales*. Universidad de Palermo, Argentina. Tesis de Maestría.
- Maeda, John (2006). *Las leyes de la simplicidad*. España: Gedisa.
- Morales, Nora (2014) *Etnografía aplicada al diseño. La observación y otras herramientas de investigación*. En Salinas, Oscar y Losada, Ana (eds.) *Diseño Centrado en el Usuario*.

Métodos e interacciones. México: Designio.

Moreno, Mario y Peralta, María (2015) La usabilidad y la experiencia del usuario. En Muñoz, Jaime; González, Juan y Sánchez Alfredo (coord.) *La interacción Humano-Computadora en México*. México: Pearson.

Morville, Peter y Rosenfeld, Louis. (2006). *Information Architecture for the World Wide Web*. EE. UU.: O'Reilly.

ONU y Senado de la República de México (2015) *Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015*.

Ortiz, Georgina. (2011) *El significado de los colores* (3a ed.). México: Trillas.

Scolari, C. (2004). *Hacer clic. Hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales*. España: Gedisa.

Wucius, Wong. (2008). *Fundamentos del Diseño* (1ª ed, 9ª tirada.). España: Gustavo Gili.

Artículos

Barr, P., Biddle, R. & Noble, J. (2002). A taxonomy of user-interface metaphors. (Technical Report CS-TR-02-11). Nueva Zelanda: Victoria University of Wellington. Consultado en: <http://www.mcs.vuw.ac.nz/comp/Publications/CS-TR-02-11.abs.html>

Hassan, Yusef y Martín-Fernández, Francisco (2005) La Experiencia del Usuario. En *No Solo Usabilidad*, (4). Consultado en: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/experiencia_del_usuario.htm

Hassan, Yusef y Martín, Francisco (2005) La Experiencia del Usuario. En *No solo usabilidad*, No. 4. Consultado en: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/experiencia_del_usuario.htm

Hassan, Yusef y Martín, Francisco. (2004). Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitio web accesibles. En *Revista Española de Documentación Científica*, 3(27), 330-344. Consultado en: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/viewFile/156/210>

Hassan, Yusef y Ortega, Sergio (2009). *Informe APEI sobre usabilidad*. [En línea]. Consultado el 14 de junio de 2012. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/13253/1/informeapeiusabilidad.pdf>

Nadin, M. (1988). *Interface design: A semiotic paradigm*. Consultado en: <http://www.nadin.ws/wp-content/uploads/2007/02/interfac.pdf>

Ponencias

Navarrete, Aleyda y Arias, Laura (2013) *Mejora de la Experiencia de Usuario para el Metro de la Ciudad de México: Ai Metro, Acuario Interactivo*. Ponencia en Sexta Conferencia Latinoamericana de Interacción Humano Computadora.

Sitios web institucionales

Diccionario de lengua española, versión en línea. Consultado en: <http://dle.rae.es/?w=autobús&m=form&o=h>

Gobierno del Distrito Federal. (2015) *Servicios. Red de Transporte de Pasajeros del D.F.* Consultado en: <http://www.rtp.gob.mx/rtp.html>

PROFEPA (2014) *Especies marinas protegidas*. Consultado en:

http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/429/1/mx/especies_marinas_protegidas.html

SEDETUR (2015) *Página oficial de la Secretaria de Turismo del Estado de Quintana Roo*. Consultado en: <http://caribemexicano.qroo.gob.mx>

Transport for London (19 de noviembre de 2015) *Poems on the Underground*. Consultados en: <https://tfl.gov.uk/corporate/about-tfl/culture-and-heritage/poems-on-the-underground>

Notas periodísticas

CNN México (08 de julio de 2011) La población de México creció en 31 millones en los últimos 20 años: INEGI. Consultado en: <http://mexico.cnn.com/nacional/2011/07/08/la-poblacion-de-mexico-crecio-en-31-millones-en-los-ultimos-20-anos-inegi>

La Jornada Jalisco (28 de febrero de 2012) *Importancia del transporte público en las grandes ciudades*. Consultado en: <http://lajornadajalisco.com.mx/2012/02/importancia-del-transporte-publico-en-las-grandes-ciudades/>

Notimex (17 de diciembre de 2015) Exhiben arte británico en estación del Metro. Consultado en: <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2015/12/17/1064072#view-1>

Rosenberg, Andrés (19 de agosto de 2010) *Ranking: Top 10 líneas del metro en el mundo*. Consultado en: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2010/08/19/ranking-top-10-lineas-de-metro-del-mundo/>

Sitios web informativos

Arizpe, Gustavo (02 de abril de 2004) Los Elementos de la Experiencia de Usuario. Consultado en: <http://www.area.com.mx/estrategia/los-elementos-de-la-experiencia-de-usuario.php>

Baptiste (07 de junio de 2015). *Stockholm Metro*. Consultado en: <http://www.fubiz.net/2011/06/07/stockholm-metro/>

Barrios, Agustín (s.f.) *¿Cómo funciona el metro de la ciudad de México?* Consultado en: <http://www.agustin.mx/Posts.php?a=MetroMexico>

DecoLuxe (23 de abril de 2008) *Trenes japoneses redecorados por IKEA*. Consultado en: <http://www.decoluxe.net/tag/metro/>

No puedo creer (01 de julio de 2011) *El supermercado en el andén del metro*. Consultado en: <http://www.nopuedocreer.com/quelohayaninventado/19021/el-supermercado-en-el-anden-del-metro/>

Plataforma Urbana (14 de octubre de 2012) *“Art on Track”: Galerías de arte en vagones de metro (Chicago)* Consultado en: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/10/14/art-on-track-galerias-de-arte-en-vagones-de-metro-chicago/>

Schwandl, Robert (2007) *What is a metro?*. Consultado en: <http://www.urbanrail.net/about.htm#definition>

TECNALIA (11 de abril de 2012) *Tecnología pionera para el transporte público*. Consultado en: <http://www.tecnalia.com/es/ict-european-software-institute/noticias/tecnologia-pionera-para-el-transporte-publico.htm>

Treneando (08 de noviembre de 2015) Metro Madrid desplegará a partir de enero un sistema de publicidad dinámica de túneles <http://treneando.com/2014/11/08/metro-madrid-desplegara-a-partir-de-enero-un-sistema-de-publicidad-dinamica-en-el-interior-de-los-tuneles/>

Apuntes de clase

Moreno, Alberto. (2010) *Prototipos Básicos*. Apuntes de segundo semestre de Maestría en Medios Interactivo.

Referencia de Figuras

Figura 1. Ejemplos de mejora de experiencia de viaje. Fuentes:

- <http://www.decoluxe.net/tag/metro/>
- <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/10/14/art-on-track-galerias-de-arte-en-vagones-de-metro-chicago/>
- <http://treneando.com/tag/publicidad/>

Figura 2. Ejemplo del Metro de Corea del Sur. Fuente:

Figura 3. Ejemplo del Metro de Estocolmo. Fuente:

Figura 4. Ejemplos de mejora en la experiencia de viaje en México. Fuente:

Figura 5. Problemas observados en el Sistema de Transporte Colectivo metro de la Ciudad de México. Fuentes:

- <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2015/09/08/1044614#imagen-1>
- <http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad-metropoli/2014/almeida-metro-viaja-dia-mundial-sin-auto-1040145.html>

Figura 6. Conceptualización del ambiente inversivo-interactivo y prueba de Mago de Oz. Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Esquema de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario. Fuente:

<http://www.usability.msu.edu/about/philosophy>

Figura 8. Elementos de las vías del Metro. Fuente:

<http://www.agustin.mx/Posts.php?a=MetroMexico>

Figura 9. Elementos del interior de un vagón. Fuente:

https://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_la_Ciudad_de_México#/media/File:Metro_Interior.jpg

Figura 10. Elementos de la UX, según James Garret. Fuente:

http://www.jjg.net/elements/translations/elements_es.pdf

Figura 11. Modelo triádico de Pierce. Fuente: Espinoza (2012).

Figura 12. Esquemización de los tipos de signos. Fuente: Espinoza (2012).

Figura 13. Caribe Mexicano. Fuente: S.d.

Figura 14. Botones de navegación global. Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Botón de regreso a la página de inicio y botón de preguntas. Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Storyboard. Elaborado con imágenes de: <http://sipse.com/novedades/alertan-sobre-gravedad-del-cambio-climatico-185628.html>

Figura 17. Diagrama de la estructura de información. Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Caribe Mexicano. Fuente: <http://sipse.com/novedades/alertan-sobre-gravedad-del-cambio-climatico-185628.html>

Figura 19. Bocetos de fauna marina. Fuente: Elaborados por el diseñador Ezequiel Ruiz Terán.

Figura 20. Comparativo entre imagen real e ilustración. Fuente: Elaborados por el diseñador Ezequiel Ruiz Terán.

Figura 21. Tipografía y paleta de color. Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Página de inicio. Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Selección de opciones. Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Escenario Fauna Marina. Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Selección de elemento y visualización de la información. Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Usuarios durante la ejecución de la prueba. Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Instalación del área de pruebas para el facilitador y el usuario. Fuente: elaboración propia.

Figura 28. Instalación del área de observación no participante. Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Limpieza en los elementos visuales del fondo. Fuente: Elaborados por el diseñador Ezequiel Ruiz Terán.

Figura 30. Propuesta de avatar en la aplicación. Fuente: Elaborados por el diseñador Ezequiel Ruiz Terán.

Figura 31. Propuesta de avatar en la aplicación. Fuente: Elaborados por el diseñador Ezequiel Ruiz Terán.

Referencia de Tablas

Tabla 1. Tabla comparativa de ejemplos de mejora de la experiencia de viaje. Fuente: Elaboración propia con información de sitios web informativos.

Tabla 2. Zonas metropolitanas mayores de un millón de habitantes. Evolución de la población y superficie urbana 1908-2011. Fuente: Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015.

Tabla 3. Definiciones de Experiencia de Usuario. Fuente: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/experiencia_del_usuario.htm

Tabla 4. Determinación de actividades, herramientas y suministros. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Vinculación de actividades, herramientas y suministros. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Definición del perfil de usuario. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Esquema de la metodología de Mihai Nadin. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Formas de medición. Elaboración propia.

Tabla 9. Fechas programadas para las pruebas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Hardware y software utilizado en las dos pruebas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Características de los usuarios en la prueba 1. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Indicadores del logro de las tareas de la actividad 1. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Indicadores del logro de las tareas de la actividad 2. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Indicadores del logro de las tareas de la actividad 2. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Duración total de la interacción y promedio general. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Calificación general de la aplicación. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Características de los usuarios en la prueba 2. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Comparativo de resultados de la actividad 1. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Comparativa de resultados de la actividad 2. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Comparativa de resultados de la actividad 3. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Comparativo entre duración total y promedios. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Comparativo de calificación general de la aplicación. Fuente: Elaboración propia.