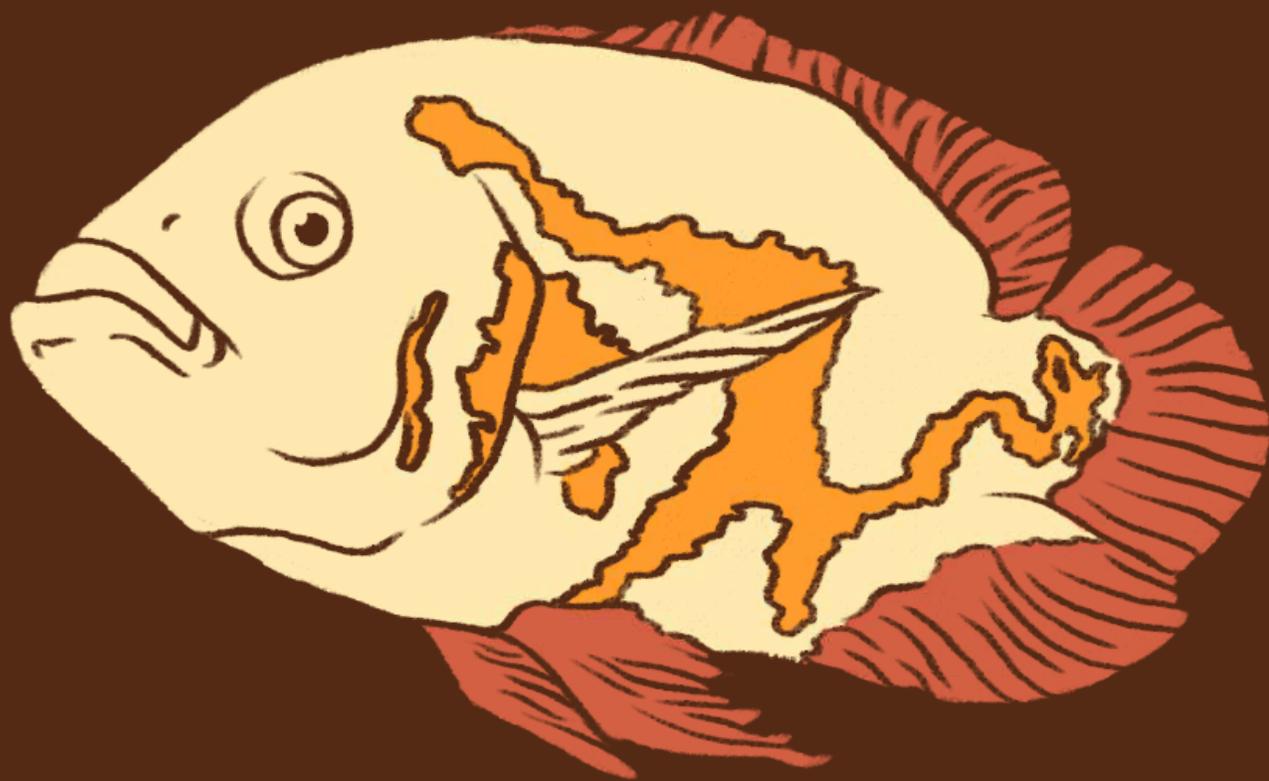


HICTID

Mejoramiento de la experiencia turística de personas ciegas que visitan el acuario del Zoológico de Cali mediante el diseño de productos interactivos aplicados a la museografía.

A00276808
A00291404

2018



¿Cómo puede una persona ciega disfrutar de un zoológico? ¿Cómo se siente una persona ciega en un museo? ¿Visitan galerías de arte? ¿Cómo disfrutan de fuegos artificiales? ¿Cuánta es la oferta turística en Cali que no depende de la visión para ser disfrutada?, si el lector nunca se ha hecho alguna de estas preguntas, o no ha profundizado al respecto, se debe a la normalización de la percepción de la luz como sentido y facultad presente de manera constante en el hombre, afectando la manera como se diseñan los productos, servicios e interacciones.

Mejoramiento de la experiencia turística de personas ciegas que visitan el acuario del Zoológico de Cali mediante el diseño de productos interactivos aplicados a la museografía.

Implementación de los principios del Diseño Universal en el diseño de producto interactivos accesibles para el mejoramiento de la experiencia de usuario de visitantes ciegos en espacios turísticos de tipo exhibición.

Abstract

In the last years, the tourist offer in the city of Cali has been growing in order to create new experiences around the visitors in different places like museums, zoos or thematic parks. However, these offers aren't fully enjoyed by the blind people due to the lack of social inclusion. Therefore, our goal is to provide a new experience with Hictio; a system of objects that offer an accessible interactive museography service to blind people in the "Zoológico de Cali" s aquarium. Allowing them to enjoy an autonomous and meaningful experience during the tour inside the aquarium, and learn about the fish that are inside the exhibition through haptics interfaces and sound narratives. In this paper we present an overview of the case study and the proposed solution.

Keywords

User engagement / Blind people / HCI / UX / Human centered design / Accesibility / Universal design /Haptic interface / Tourism / Museum

Autores

Camilo José Montoya Abadía
A00291404

cajomo0311@gmail.com
www.behance.net/Korneas

Estudiante de 8° semestre de diseño de medios interactivos.

José David Giraldo Mosquera
A00276808

josedavidgm1995@gmail.com
www.behance.net/JoseDavidGiraldoM

Estudiante de 9° semestre Diseño Industrial y Diseño de Medios Interactivos.

Tutores

PhD Juan Jiménez García
PhD Carlos Arce-Lopera

INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La discapacidad afecta al 15% de la población mundial (Organización Mundial de la Salud, 2011) y se define como la deficiencia que restringe las facultades físicas y psicológicas de una persona para realizar actividades en términos considerados normales (Egea García y Sarabia Sánchez, 2001). Pero como se pudo comprobar a lo largo de esta investigación, dichas limitaciones no recaen en las capacidades de las personas si no en la deficiencia que tienen algunos objetos, espacios arquitectónicos, servicios y

aplicaciones digitales para ser usados por un amplio rango de personas con distintas habilidades. Pues en el diseño de productos se ha normalizado a la capacidad de percibir la luz (el sentido de la visión), la audición, y el desplazamiento bipedestante como una facultad presente de manera constante en el ser humano. Esta normalización de las capacidades humanas crea ambientes, productos y servicios que excluyen a quienes no presentan dichas habilidades, dificultando el desarrollo de actividades cotidianas, entre ellas, el ocio y turismo.

El diseño universal se encarga

de evitar esta normalización del ser humano dentro del proceso de diseño. Pues para este enfoque la variedad de las capacidades humanas es algo natural, y no especial (Elaine Ostroff, Universal Design Handbook, 2001). Donde se considera que las facultades organolépticas y características físicas del ser humano pueden variar entre una persona a otra, afectando la manera como desarrollan sus actividades. Este enfoque del diseño asegura que los productos o servicios puedan ser usados por una amplia espectro de personas sin importar su tamaño, edad, o habilidades.

Dentro del marco del turismo organizaciones como el "Center for Excellence in Universal Design", la ONCE, la ONU y la Organización Mundial del Turismo, han establecido e incentivado prácticas de turismo accesible a nivel mundial, con el propósito de permitir el acceso, uso y disfrute a todos los posibles usuarios a través de minimizar las barreras sociales, interactivas y urbanísticas (Hidalgo, 2011) que presentan los entornos, productos y servicios turísticos.



Fuente: LA PRENSA

Pero en ciudades como Cali - Colombia, ubicadas en países del tercer mundo o en vía de desarrollo (Gérard Chaliand, 1977) con mala administración de recursos económicos, limitaciones geográficas, escasa capacidad de diseño, falta de conciencia en programas urbanísticos y arquitectónicos (OMS, 2011) y una clara inconsistencia en el adecuado registro de su población con discapacidad, se presenta una deficiencia en la implementación de diseño universal para los entornos y servicio turísticos ofrecidos a esta población, en especial para las personas ciegas.

Partiendo de esta situación, y después de 7 meses de investigación y trabajo de campo con la comunidad ciega se logró evidenciar y validar que en Cali, no existe una oferta turística consistente para estas personas; ni los espacios urbanísticos, ni las insuficientes aplicaciones de accesibilidad del MIO (MetroCali, 2013), ni los funcionarios de los establecimientos están preparados para atender a esta población (Juan Gabriel, 2018). Y aunque existen grupos sociales destinados a apoyar a esta comunidad (las cuales serán mencionadas adelante), esta población prefiere resguardarse en su cotidianidad y evitan conocer nuevos lugares. Siendo las actividades turísticas de tipo exhibición (Museo de Historia Natural, Zoológico de Cali, Museo la Tertulia,

Jardín Botánico), donde se presentan las mayores barreras interactivas e informativas, ya que la visión cumple un papel preponderante a lo largo de toda la experiencia.

Debido a esto y partiendo del enfoque del diseño universal, se reconoce la necesidad de contribuir al desarrollo autónomo de las personas con ceguera para que puedan gozar del libre desarrollo de sus derechos y uso de los espacios turísticos de su ciudad.

Para esto, este proyecto plantea un sistema interactivo accesible de información y ubicación espacial, para mejorar la experiencia vivida por personas ciegas dentro de espacios turísticos de tipo exhibición, tanto en exteriores como interiores.

El presente sistema está compuesto por un punto informativo mobiliario táctil, una manilla RFID, una aplicación móvil y puntos bluetooth de tipo BLE. Este despliegue se dispone dentro de museos, zoológicos, acuario o galerías de arte, con la intención de ofrecer una guía ubicua al usuario; que le indique su ubicación dentro del espacio, y una

superficie táctil interactiva; para conocer las características físicas de las piezas expuestas dentro de estas exhibiciones a través de estímulos hápticos.

A lo largo de este documento se expondrán los resultados del trabajo de campo que llevaron a establecer los lineamientos de diseño universal aplicados al contexto de Cali, se describirán las características del sistema, y se hará una revisión del cumplimiento de los objetivos a través de validaciones con los usuarios siguiendo el enfoque diseño centrado en las personas (HCD) y diseño universal (UD).



Fuente: El País

Problema

No es posible determinar con exactitud la cantidad de personas con discapacidad visual que habitan en Colombia, ni mucho menos en Cali, debido a los inconsistentes resultados entre el censo del 2005 realizado por el DANE (2,624.890 personas con discapacidad) y los datos recogidos por el Registro de Localización y Caracterización de Personas con Discapacidad o RLCPD (790.000 personas hasta el 2010), que tiempo después de ser incorporado al Sistema de Información de la Protección Social (SISPRO) identificó 1.342.222 personas con discapacidad hasta el 2017 (MINSALUD 2017).

En el Valle del Cauca, el RLCPD ha registrado 114.254 personas (MINSALUD 2017), mientras que el DANE registró 201.262 en el 2010. Partiendo de la información del DANE, solo en Cali se estiman más 130.600 personas con algún tipo de discapacidad de la cuales 25.000 presentan alteraciones funcionales en la visión, pero no se especifica si su condición es ceguera total.

Para este proyecto se asume que la población que presenta ceguera en Cali se compone de 10 a 15 mil personas. Dado que se registraron 9.828 personas que reconocen la discapacidad visual

como barrera para el desarrollo de habilidades cotidianas (DANE, 2010) y 18.646 personas que expresa tener dificultades para percibir objetos a pesar de usar lentes (DANE, 2010).

Esta población tienen dificultades para desplazarse de manera independiente y segura, esta situación se ve agrada al recorrer espacios como calles o vías (45.9%), escaleras (40.2%), vehículos públicos (33.6%), andenes (28.8%) y centros comerciales (20.7%) (SISPRO, 2014).

La mayor limitación se presenta en espacios públicos poco transitados donde aún no han realizado el proceso de memorización del entorno, lo que lleva a estas personas a evitar salir de su rutina para realizar actividades turísticas o recreativas (ONCE, 2011). Siendo afectadas a nivel emocional al no poder disfrutar de los espacios turísticos destinados al uso común (CPC, 1991, Art. 82) de una manera autónoma y satisfactoria.

“La población que presenta ceguera en Cali se compone de 10 a 15 mil personas.”



Fuente: baldosasconcepcion

A pesar del desconocimiento sobre el diseño universal, en la ciudad de Cali se han puesto en práctica distintas estrategias para mitigar el impacto negativo al que se ve expuesta esta población en materia de exclusión social, entre las cuales, la misma comunidad ciega resalta:

Sistema de Transporte Masivo (MIO): Baldosas con relieve que guían a la persona ciega dentro de las estaciones y andenes, rampas de acceso, llamadores en estaciones y paradas de los buses, y señalética braille en paradas. (MetroCali, 2013). Pero estas implementaciones son escasas y solo se concentran en las principales rutas del sistema de transporte. (Juan Gabriel, 2018).

Tifloencuentro Cali 2017: Evento realizado cada año por Tiflonexos, una asociación sin ánimo de lucro de Argentina, que busca motivar a la comunidad latinoamericana ciega a explorar junto con ellos distintas ciudades del continente, y demostrar que a pesar de tener esta condición visual son capaces de entretenerse a su manera y comprender el espacio de manera autónoma.

Biblioteca Departamental: Espacio cultural de la ciudad de Cali, que permite a la comunidad ciega desenvolverse de manera autónoma con el uso de tecnologías actuales enfocadas al aprendizaje por medio de la lectura y la escritura. Estos elementos se encuentran en la sala Hellen Keller. La

cual se ha convertido punto de reunión social y accesible para esta comunidad.

Turismo con Sentido: Grupo fundado en la Sala Helen Keller de la Biblioteca Departamental en 2017, que organiza salidas turísticas accesibles dentro de la ciudad para personas ciegas. Realizan viajes a parques naturales o museos, donde dan recomendaciones a los funcionarios de dichos lugares para educarlos en el manejo y atención a este tipo de público. La gestión de esta actividades se realiza a través de grupos en WhatsApp y Facebook, con las cuales las personas ciegas se comunican haciendo uso de notas de voz.

Actividades deportivas: Intervalle como comité deportivo del Valle del Cauca se encarga del entrenamiento y organización de eventos deportivos orientados a personas en diferentes condiciones de salud. Enfocados en las personas ciegas, existen deportes como bolos, fútbol 5, atletismo y natación.

Estas acciones permiten evidenciar el deseo de esta comunidad por realizar actividades turísticas, compartir en comunidad con personas de visión convencional, y ser parte de grupos sociales a través del uso de redes sociales.



Fuente: Turismo con sentido



Fuente: Propia

Trabajo de campo

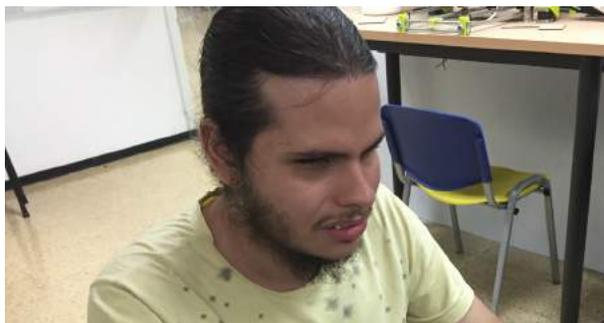
El trabajo de campo abarcó 16 personas entrevistadas (anexo 1), entre las que se desarrollaron entrevista a profundidad y semiestructuradas, grupos focales, seguimiento en contexto, dibujelo usted mismo, pensar en voz alta, y ejercicio de empatía. Se dividió de 4 etapas; El entendimiento de la ceguera dentro del contexto de Santiago de Cali, Ejemplificación del estilo de vida de una persona ciega (motivaciones para el turismo), Caracterización de la oferta turística accesible en Cali, y el Análisis de la experiencia directa en un espacio turístico por parte de una persona ciega. Como resultado se eligió al acuario del Zoológico de Cali, ubicado en el oriente de la ciudad, como punto de intervención para la implementación del sistema propuesto. Bajo esta dirección de diseño se estableciendo el siguiente objetivo.



Perfil de usuario (Personas)

Los siguiente perfiles se construyeron a partir de los resultados de las pruebas con 8 personas ciegas, pertenecientes a la Sala Helen Keller, siendo estos usuarios activos de las actividades de Turismo con Sentido.

Estos arquetipos representan las personas ciegas que se sienten motivadas por visitar espacios turísticos de tipo exhibición, siendo este caso el acuario del Zoológico de Cali.



PERSONAS 1: Visitante ciego de nacimiento o sin recuerdo de algun vez haber visto.

Son personas torpes, pero no son bruscos. Tienen a explorar con mucha delicadeza los objetos o espacios que se les proporcionan, y les gusta conocer a fondo los elementos que componen su entorno. Su memoria auditiva es muy desarrollada. Caminan despacio, y adelantando sus pies al cuerpo. Están muy atentos al olor de las cosas que usan, y a la textura de las mismas. Mantienen una postura positiva frente a su condición, y lo evidencian en su sentido del humor y la agudeza de sus chistes.

Tiene un alto nivel de alfabetismo lingüístico y tecnológico, pues aprenden a leer braille y manejar el bastón desde muy pequeños gracias al trabajo del Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca. También hace uso de teléfonos inteligente y computadores a través de lectores de pantalla. Poseen perfiles en Facebook e Instagram donde postean fotos que les toman sus amigos, y se comunican por WhatsApp haciendo uso de notas de voz.



PERSONA 2: Visitante ciego después del nacimiento y con recuerdo de algun vez haber visto.

Su memoria auditiva no es tan desarrollada, pero su percepción del espacio y desplazamiento es comparativamente mucho mejor al de una persona que nunca ha visto. Conservan la memoria de las cosas que alguna vez vieron y las usan como puntos de comparación para espacios, y objetos nuevos.

Preguntan por el color de las cosas que están tocando. Posee mayor control de su propiocepción, pero no son tan delicados al interactuar con los objetos. Su marcha es la de una persona convencional, pero pierden el deseo por inclinar el cuerpo hacia adelante al andar.

Ambas tipologías de visitantes tienen predilección por las exhibiciones que poseen sonido o que les permite interactuar de manera directa con la misma. Consideran satisfactorias las experiencias donde pueden hacer una imagen cognitiva del animal exhibido para así poder recordarlo.



Objetivos

Objetivo general

Diseñar una experiencia turística, interactiva, accesible para las personas ciegas que visitan las exhibiciones del acuario del Zoológico de Cali, para que puedan participar de la actividad de manera autónoma y satisfactoria.

Objetivos específicos

Minimizar la dependencia a terceros por parte de las personas ciegas que visitan las exhibiciones en el acuario del Zoológico de Cali.

Incrementar la persistencia de la información aprendida en la exhibición por parte de las personas ciegas que visitan las exhibiciones en el acuario del Zoológico de Cali.

Maximizar la capacidad de orientación espacial de las personas ciegas que visitan las exhibiciones en el acuario del Zoológico de Cali.

Determinantes de diseño

Una vez expuestos estos perfiles se identifican las siguientes determinantes de diseño presentes dentro del sistema turístico de esos visitantes.

1. **Objetos que apoyan su condición de discapacidad visual:** Las personas con ceguera, conservan en su mano un bastón guía en todo momento, además llevan consigo audífonos para escuchar su celular en espacios públicos.

2. **Las condiciones arquitectónicas del espacio de exhibición:** La solución de diseño se deben adaptar a las dimensiones arquitectónicas del espacio, asegurando la circulación de los visitantes, y al mismo tiempo permitiendo la interacción con el sistema a implementar.

3. **Las dimensiones antropométricas de la población colombiana:** La solución de diseño estará dirigida a un público principalmente regional.

4. **Características de dispositivos móviles de la población ciega:** La comunidad ciega en Cali se concentra en los estratos 1, 2 y 3. Los cuales invierten en dispositivos Android de gama media con versiones del año 2014 – 2017. Dadas las distintas características de cada hardware, se debe tener en cuenta que no es preciso contar con sensores como giroscopio o acelerómetros al mismo tiempo en todos los celulares.

5. **Uso de lectores de pantalla:** Se debe considerar que las persona ciegas están acostumbradas a recibir retroalimentación sonora al interactuar con una aplicación, debido al uso de softwares de lectura de pantalla, como Talkback en Android y Voiceover en iOS, lo que les permite navegar a través de los botones, títulos y secciones de una aplicación.





Principios de diseño

La investigación de campo permitió identificar que la principal forma de contribuir a la generación de una imagen cognitiva, es a través de ofrecer estímulos hápticos directos a los visitantes ciegos sobre las características físicas de los peces que se están exhibiendo.

Insight 1: “Cuando voy al acuario del zoológico, toco las baldosas ubicadas al costado de la vitrina, porque la información ahí ilustrada tiene pequeños relieves que alcanzan a ser ligeramente percibidos por los dedos” - Steven Santander 2018.

Insight 2: “Cuando voy al zoológico con mi pareja, ella apoya sus manos contra mi pecho, antebrazo o muslo para explicarme qué tipo de movimientos están realizando los animales” - Steven Santander 2018.

Es de este modo que nace el **Principio de diseño**

#1: “Estimulación háptica para descubrimiento”: Brindar estímulos hápticos y táctiles al visitante ciego para que pueda formar de manera autónoma una imagen cognitiva que le permita entender las características físicas de los ítems exhibidos.

Luego, al evidenciar la interacción de una persona ciega con los dispositivos digitales que lo rodean a través de lectores de pantalla como el TalkBack (Android) y VoiceOver (Apple), se establece como prioridad la implementación de estímulos sonoros dentro del sistema de solución como puente entre la persona ciega y su contexto físico - digital.

Insight 3: “Me gustó la exhibición de los monos porque había audio que contaba una historia” - Juan Gabriel 2018.

Insight 4: “Disfruté la exhibición del mariposario porque había un audio que explicaba todo el proceso de la metamorfosis” - Juan Gabriel 2018.

Insight 5: “Cuando camino por el zoológico me gusta encontrar audios porque ayudan a ubicarse dentro del espacio e identificar el tipo de exhibición” - Juan Gabriel 2018.

Lo que trae como resultado el **Principio de diseño #2:** Contextualización sonora ubicua: Sumergir al visitante ciego en un paisaje sonoro que le permita realizar de manera autónoma un reconocimiento de su contexto digital y físico inmediato y posibilite la identificación de los elementos dentro de la exhibición, contribuyendo a la recordación de la experiencia.

Y por último, al evaluar cuál era su percepción espacial en distintos puntos del Zoológico, se confirmó que los procesos de ubicación, desplazamiento y orientación se dificultan en espacios no cotidianos, necesitando la guía de un tercero para movilizarse y encontrar las exhibiciones.

Insight 6: “Me gustaría que hubiese baldosas táctiles como para uno guiarse y saber hacia dónde dirigirse”

Insight 7: “Hay exhibiciones en el zoológico que uno pasa desapercibido”

Estableciendo el **Principio de diseño #3:** Localización autónoma de interacciones: Permitir que el visitante ciego localice el punto de interacción por sí mismo, para que pueda desarrollar la experiencia de manera autónoma y completa.

PROPUESTA DE DISEÑO



Sistema interactivo accesible para mejorar la experiencia turística de personas ciegas en museo, explotaciones, zoológico y acuarios.



HITICO es un sistema de objetos que ofrecen un servicio de museografía interactiva accesible a personas ciegas en el acuario del Zoológico de Cali. Permitiendo que disfruten de una experiencia significativa y autónoma al recorrer las exhibiciones del acuario, conocer los peces que ahí se exponen e interactuar con interfaces hápticas que nutran su aprendizaje.

El sistema de objetos está compuesto por; Un punto mobiliario con un computador de placa reducida en su interior, una App móvil, una manilla con etiqueta RFID y varias unidades BLE dispuestas en el espacio. Los detalles técnicos y productivos de cada elemento serán tratados a profundidad más adelante.



Concepto y Promesa de valor

HICTIO brinda una experiencia accesible y significa al visitante ciego a través de 3 conceptos que constituyen su promesa de valor: La estimulación auditiva, la localización interactiva y la complementación háptica. Estos se conjugan brindando:

Estímulos sonoros de contextualización, lo que resulta en estrategias de movilidad (ONCE 2011) como: identificación de fuentes sonoras y definición de espacialidad a distancia. Y en busca de asegurar una experiencia significativa, el usuario puede repetir dichos estímulos cuantas veces lo desee.

Conjuntamente, al implementar unidades BLE (Bluetooth Low Energy) se facilitan los procesos de organización espacial, lo que permite establecer la posición del visitante en relación a las exhibiciones de su alrededor. Es por esto que el sistema ofrece un acompañamiento interactivo para poner en contexto al usuario en el momento que se acerque a una exhibición que incorpore un punto BLE, o desee interactuar con los módulos mobiliarios, pues dichos objetos incorporan sonidos para ser identificados espacialmente y guiar la búsqueda de la persona ciega.

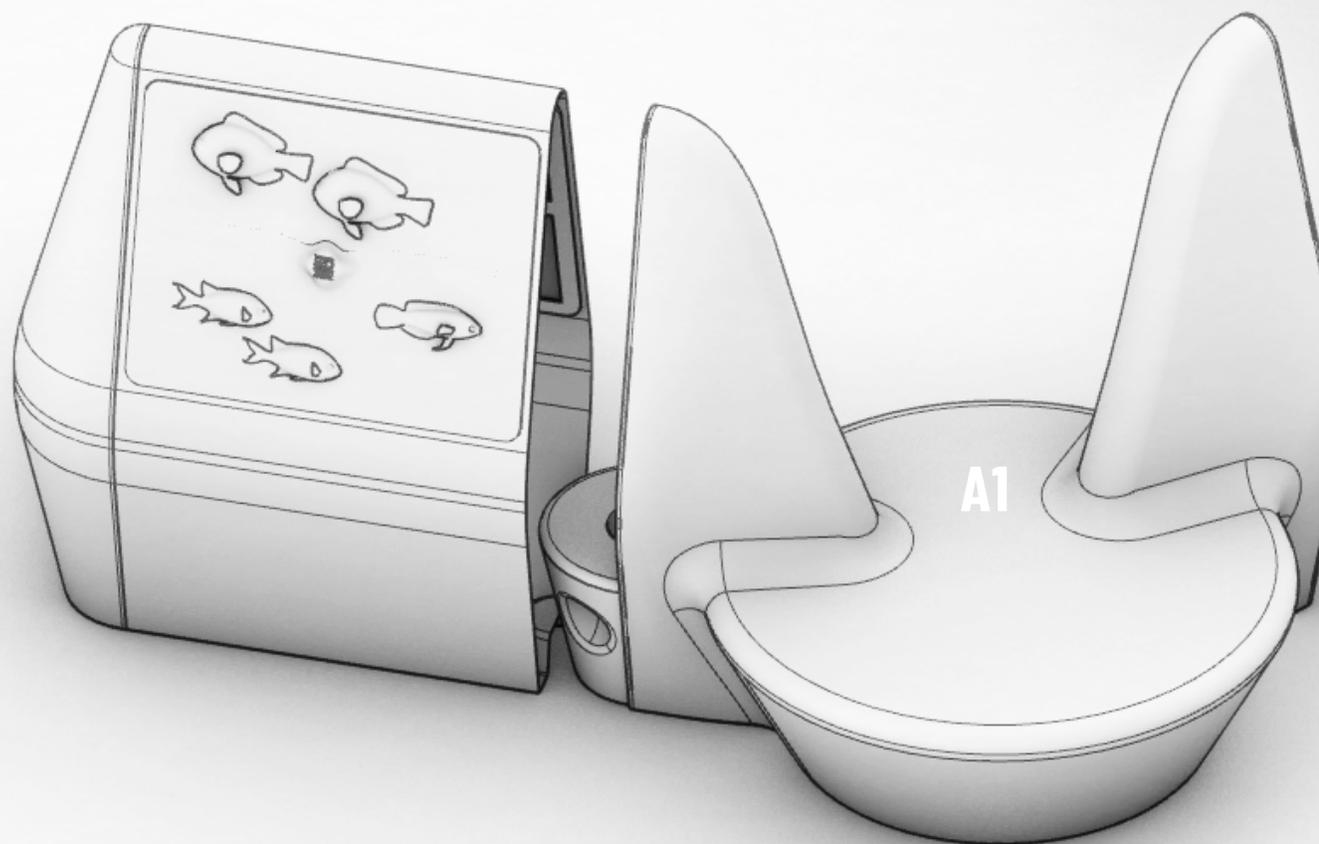
Por último, al apoyarse en estímulos

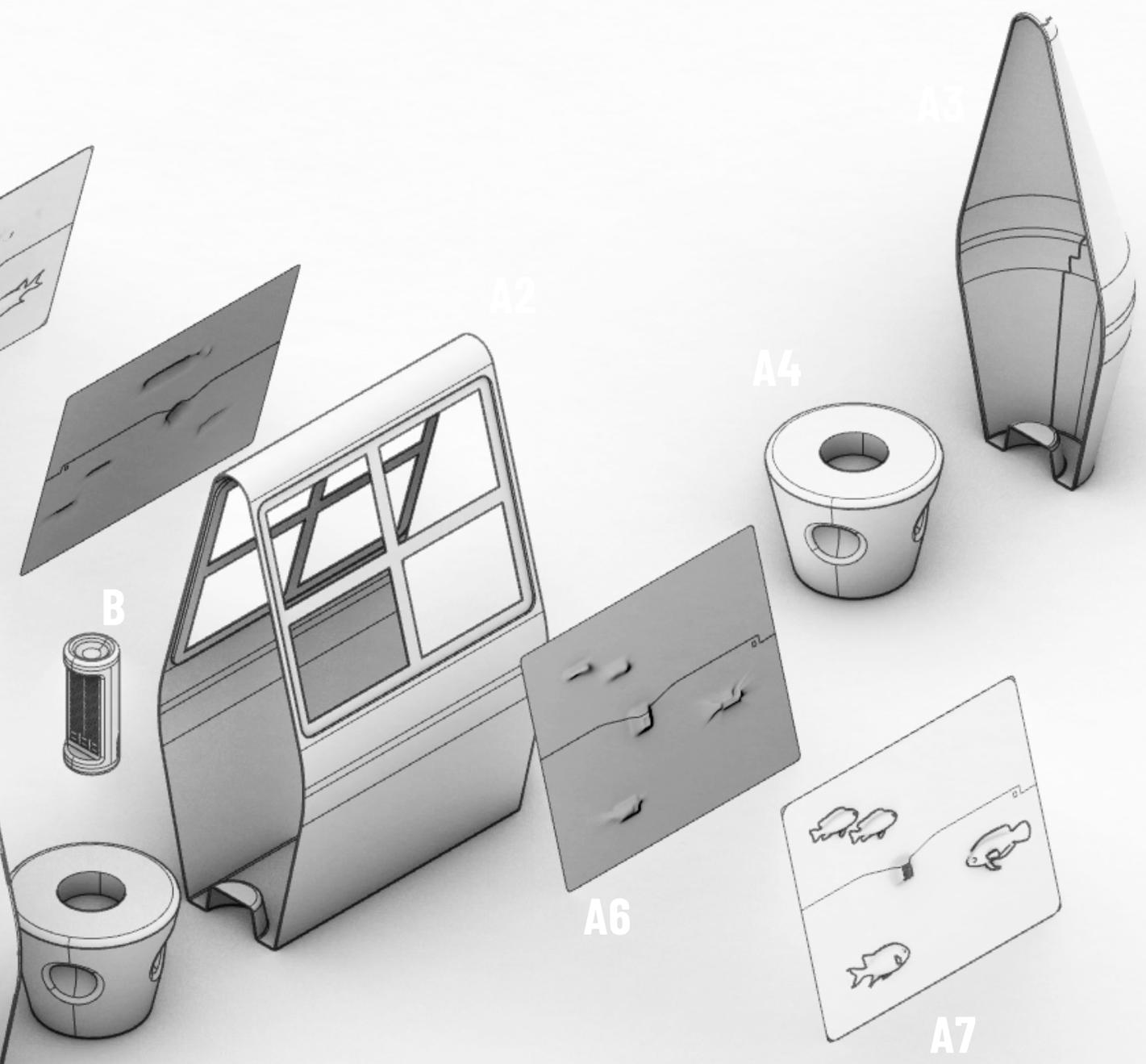
hápticos como mediadores interactivos, el visitante ciego podrá ser capaz de analizar información sobre texturas, relieves, profundidad, forma, volumen, presión, y temperatura (Ballesteros, 1994) de los animales representados. Lo que ayuda a recordar las historias narradas, además de permitirle acceder a información braille camuflada como textura del animal.

Despiece

Codigo	No.	pieza
A	1	Asiento
	2	Separado recto
	3	Cubierta extremo
	4	Cono truncado invertido
	6	Estructura base laminar 90cm x 70 cm
	7	Recubrimiento texturizado háptico

B	Computador con sus componentes	
	1	Raspberry Pi 3 Model B+
	2	Adafruit 12-Key Capacitive Touch Sensor Breakout - MPR121
	3	8 GB MicroSD Card with full PIXEL desktop NOOBS - v2.4
	4	Nyx 150 Router alámbrico-N Mini 150Mbps
	5	5V 2.5A Switching Power Supply with 20AWG MicroUSB Cable
	6	SparkFun Pi Wedge
7	Protoboard MB102 830 Puntos	





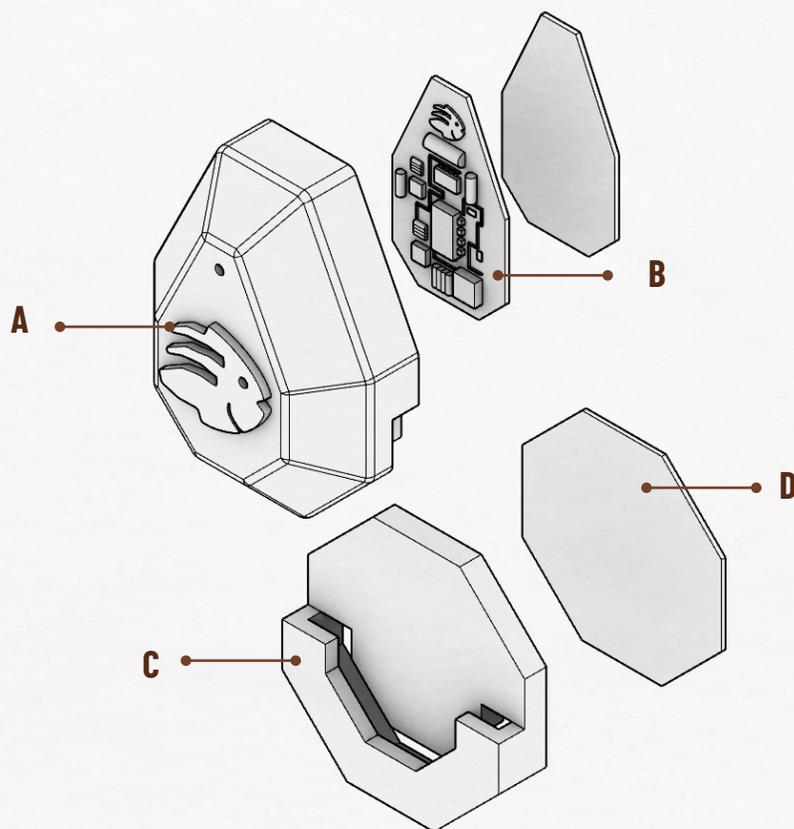
Despiece

BEACON

- A - Protección:** Caucho Silicona.
- B - Comunicación:** Bluetooth Low Energy.
- C - Soporte:** Desmontable.
- D - Instalación:** Adhesivo

Vida útil del BLE:

5-10 años

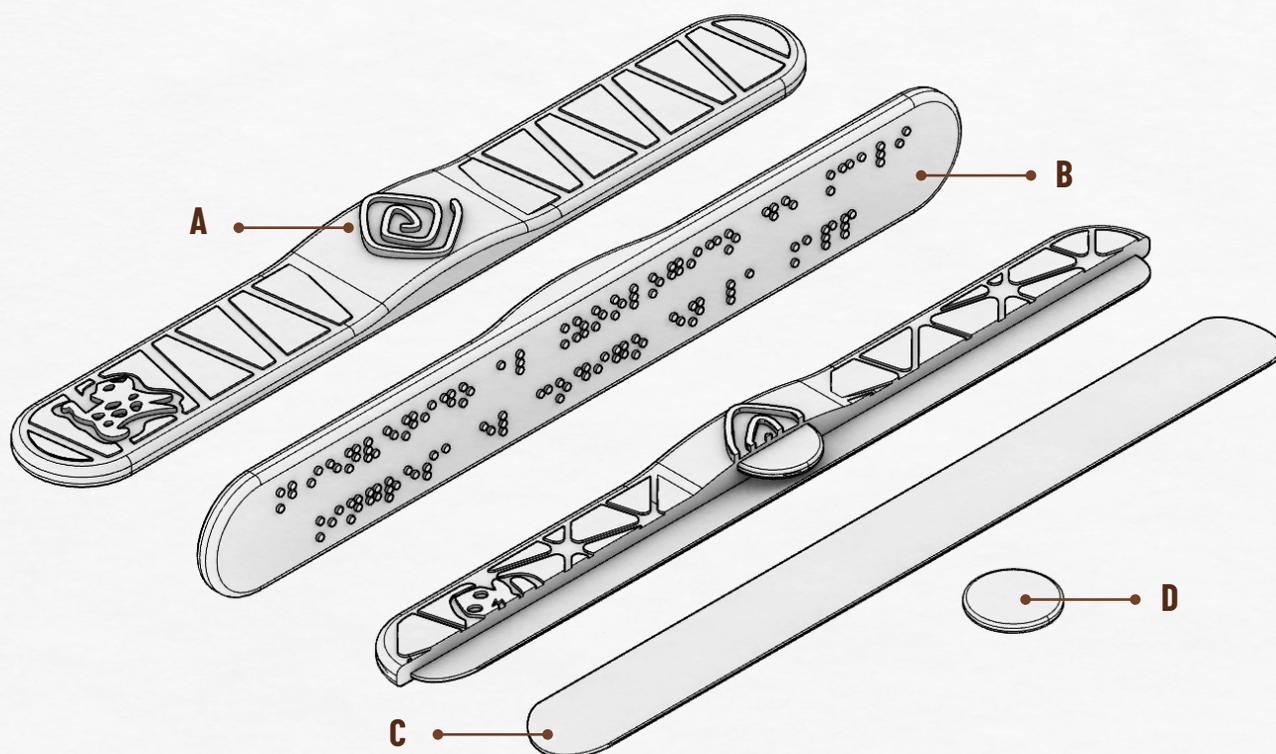


MANILLA

- A - Iconografía:** Identificador del lector.
- B - Antideslizante:** Braille oculto.
- C - Ajuste:** Sistema "Snap" o "Slap".
- D - NFC:** ID único.

Vida útil del sensor NFC:

10 años



Secuencia de uso

Experiencia de usuario a lo largo del servicio (UX)

Etapa 1 / La entrada:

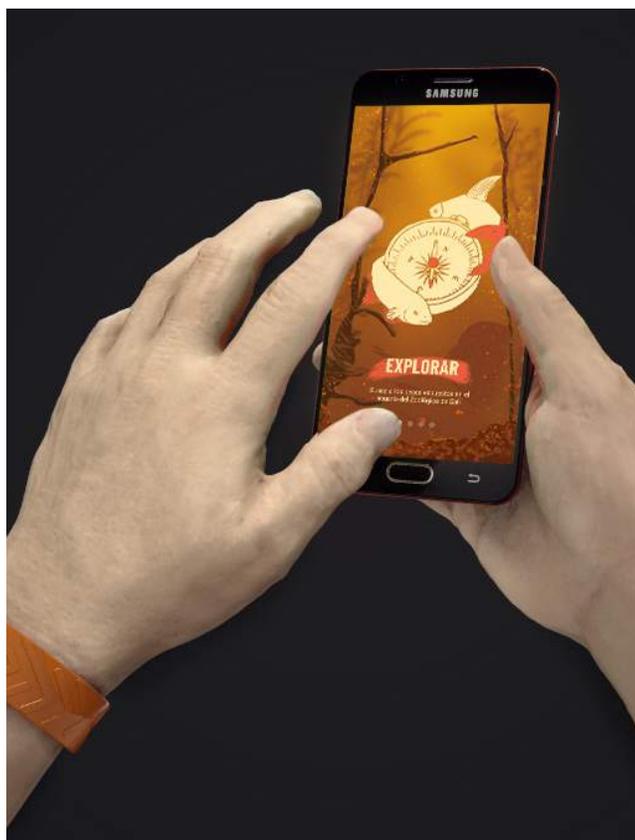
La persona ciega (quien puede entrar gratis al Zoológico de Cali) y su acompañante (dado el caso no ciego) pagan la entrada y reciben dos manillas FRID como pase de ingreso. Las manillas vienen acompañadas con un mapa para aquellos que si pueden ver. El funcionario de la entrada lee los códigos de las manillas y los escribe en el mapa.

Etapa 2 / La preparación:

El visitante se pone la manilla tipo "slap" de diámetro ajustable a cualquier muñeca, con etiquetas RFID incorporadas, y relieve en braille con el mensaje "Bienvenido al zoológico, Descarga la App accesible e ingresa el código de la manilla". Dicho relieve en braille pasa desapercibido por las personas que

ven, creyendo que se trata de relieves antideslizantes. Además, este mensaje se repite en el mapa, acompañado de un código QR para acceder de manera rápida al AppStore o PlayStore. Una vez instalada la App, esta solicita conexión Bluetooth y conexión a la red Wi-Fi del zoológico. Por ultimo advierte al visitante de que esta es una App accesible y que puede desactivar el lector de pantalla.

Las pruebas de trabajo de campo

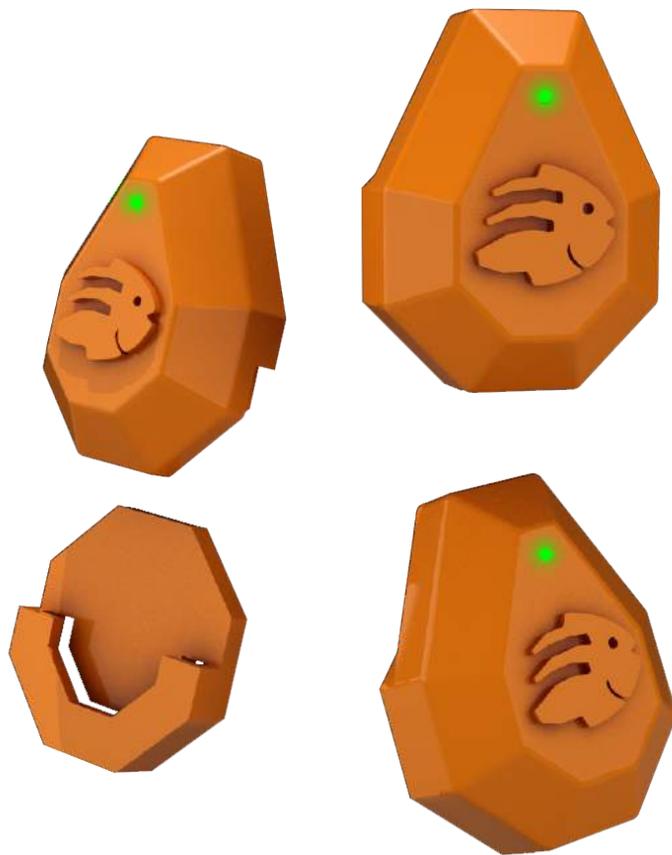


3.



1. Instalación – mobiliario
2. Aplicación móvil
3. Interfaz háptica
4. Manilla personalizada
5. Beacons – Unidades BLE

demonstraron que una persona ciega puede acceder a PlayStore, buscar una App y descargarla en menos de 60 segundos gracias al uso del TalkBack. Al mismo tiempo se comprobó que no presentan dificultad para escribir un código alfanumérico que se les dicta. Además están dispuestos a desactivar el TalkBack si la aplicación se los pide.



Etapas 3 / La introducción de bienvenida:

Al entrar a la App, el visitante recibe el saludo de "Aurora" la guía interactiva del zoológico, cuya voz lo acompañará a lo largo de todo el recorrido. En esta etapa Aurora le explicará al visitante para qué sirve la manilla, que son los puntos interactivos, y como recolectar ítems (Los peces) para luego poner conocer sus historias en el mobiliario interactivo. Al final Aurora explica que no es necesario llevar el celular en la mano, pues la App detectará los puntos interactivos al estar cerca de algún módulo BLE.

Etapas 4 / La exploración:

El visitante inicia su recorrido entrando a la exhibición del acuario. Gracias a al módulo BLE dispuesto en la entrada, el visitante ciego es notificado de que está a punto de entrar en la exhibición de los peces. Al entrar al espacio, las notificaciones comenzarán a saltar en el celular a medida que camine y se detenga en cada pecera. Cuando ha detectado, el usuario toca en la notificación para entrar a la App, aurora le narrará el nombre del pez y lo invita a realizar el gesto de captura (deslizar el dedo de abajo hacia arriba) para agregar el pez a la colección del visitante. Al agregar un mínimo de tres peces, Aurora notifica al usuario de que ya puede buscar el mobiliario interactivo para conocer las historias de los peces que ha agregado.

Esta dinámica de agregar un monto determinado de peces e invitar al visitante al mobiliario abre camino para aquellos visitantes que están entrando, mejorando el flujo de personas dentro del espacio.



Secuencia de uso

Experiencia de usuario a lo largo del servicio (UX)

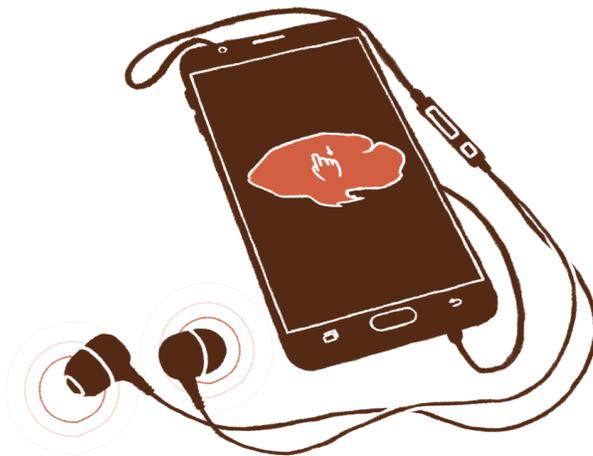
Etapas 5 / El descubrimiento háptico:

Cuando Aurora invita al visitante al mobiliario interactivo, abre una pantalla donde le indica repetir el gesto de captura, pero esta vez el gesto envía una orden al mobiliario para que comience a sonar como el caudal de un río. Guiado por el sonido de este río, la persona ciega encuentra el mobiliario. Una vez cerca, la App detecta otro módulo BLE incorporado al mobiliario notificando al usuario que se encuentra al frente de este. Aurora le explica que debe ubicar la manilla en el lector para activar los peces. Cuando se ha activado el lector RFID, el computador incorporado en el mobiliario identifica el celular del usuario y le envía la información de manera exclusiva. En este momento Aurora invita al visitante ciego a recorrer



Etapas 6 / La narración de historias

Cuando la persona ciega localiza los modelos 3d de los peces, podrá leer en su costado el nombre del pez en braille, dicho nombre se complementa con las texturas del pez pasando desapercibido para quien no es ciego. Cuando la mano del usuario toca un punto interactivo del modelo este comienza a vibrar y se ilumina, enviando un mensaje al celular del usuario, donde Aurora comenzará a narrar información sobre la biología del pez que se ha tocado. Cada pez posee tres puntos interactivos, y el usuario puede tocarlos cuantas veces quiera para volver a escuchar las historias. Al descubrir las tres historias de un pez, toda la información de dicho animal se agrega al perfil del usuario, para que pueda volver a ser escuchada, o leída en caso de no ser ciego.



Las etapas 5 y 6 se repiten cuantas veces el usuario desee. En total hay 10 peces por conocer (Piraña, Oscar, Fantasma negro, Rollizo, Sapoara, Moneda, Disco, Mojarra, Bocachico, Leporino listado), los cuales pertenecen a los ríos más representativos de Colombia; Amazonas, Cauca y Magdalena.



Etapa 7 / La despedida:

Al caminar hacia la salida del acuario, Aurora le indica al visitante que está por salir del acuario, gracias a un módulo BLE ubicado en la puerta de salida. De este modo se asegura la continua retroalimentación del usuario respecto a su ubicación. Al salir, Aurora despide al visitante y le menciona que ya puede revisar su colección, pues se han agregado a su celular las historias de todos los peces con los que interactuó.

Esta información no se almacena en la memoria local del celular, solo se ha permitido su acceso remoto al servidor donde se encuentra el banco de narrativas. Esto permite que la App se mantenga ligera y de alto rendimiento.

Al finalizar la visita al Zoológico, el visitante retorna la manilla en la puerta de salida. Los funcionarios le mencionan que si desea llevarla como souvenir puede comprarla a un costo de 5 mil pesos.



DETALLES TÉCNICOS Y DE MERCADO

Mercadeo, distribución y modelo de negocio

El campo de Innovación se encuentra en la implantación de tecnologías interactivas accesibles dentro del mercado de la museografía; experiencias para museos, exposiciones e instalaciones permanentes y efímeras.

El modelo de negocio apunta a todo aquel que desea brindar una experiencia turística de tipo exhibición, como museos, zoológicos, parques, centros comerciales, o exposiciones de arte. Con un tamaño mercado en Colombia que comprende más de 600 clientes potenciales, entre

ellos: 16 acuarios (Acopazoa, 2017), 8 zoológicos (Acopazoa, 2017), 376 museos (Museo Nacional de Colombia, 2008), 52 parques naturales (Parques Naturales de Colombia, 2018), y 214 centros comerciales (Acecolombia, 2017).

El costo del servicio varía según la cantidad de módulos mobiliarios y BLE que se desean instalar por parte del cliente y la evaluación ergonómica del espacio interior (transido de personas). Se compra el servicio por un periodo determinado por el cliente (5, 10, 15

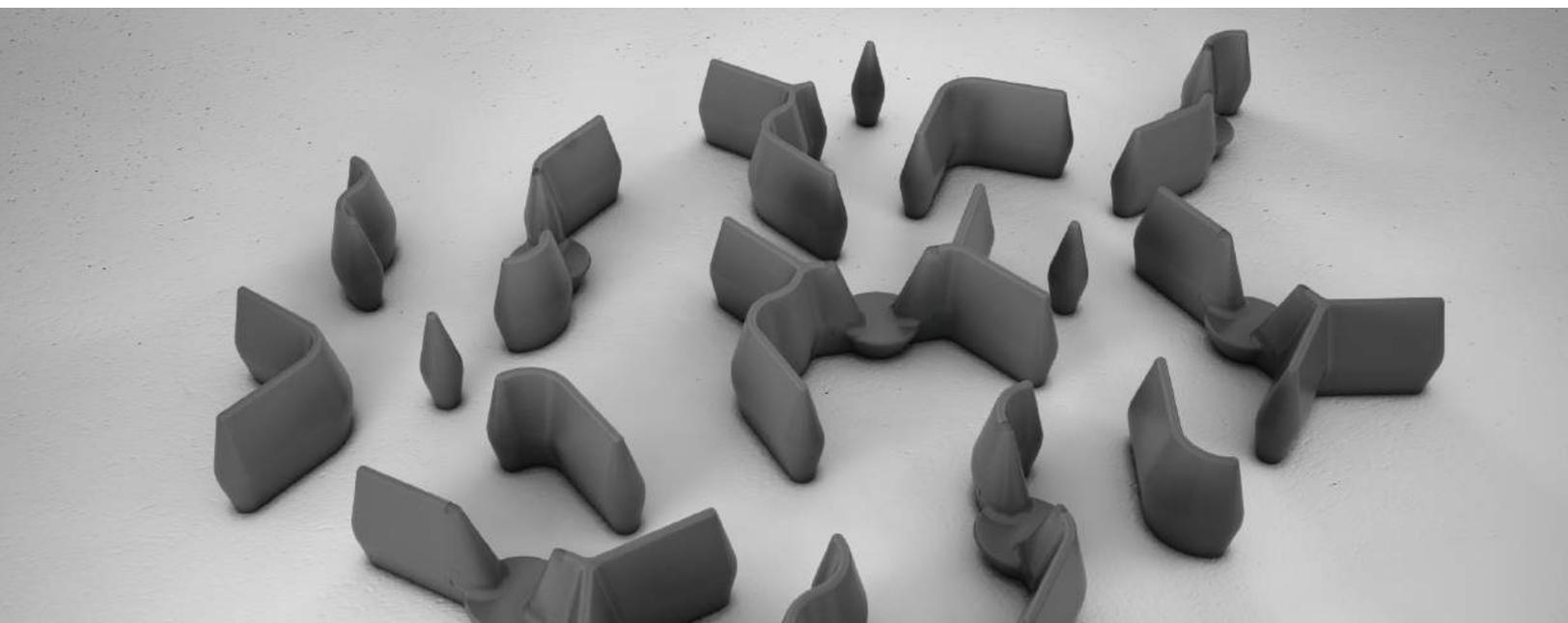
años), y este paga una licencia por el sus de este sistema en su museo o zoológico de manera mensual. Este pago cubre el mantenimiento del servidor que recolecta la información de los usuarios. Cumplido el tiempo acordado, el sistema se recoge, sus partes electrónicas se reinician, y los elementos mobiliarios y módulos BLE se recogen para ser reutilizadas con otro cliente.





La compra del servicio se realiza a través de la página web de la marca. El cliente de tipo exhibición realiza una cotización aproximada al personalizar la cantidad de módulos que está interesado que tenga el mobiliario. Para determinar la cantidad de manillas, ingresa la cantidad de visitantes por mes y define si serán retornables o incluidas en el precio de la entrada. Elige la cantidad de unidades BLE según la cantidad de exhibiciones que desea sean identificadas por la aplicación.

Una vez confirmado se hace una visita al espacio y se enlisan los artículos que deberán ser reproducidos en 3D y puestos en la instalación. Con esta información recopilada se procede a cotizar la producción de las esculturas, y de este modo se obtiene el precio final de la implementación del servicio del sistema interactivo.



Producción

El proceso de producción de HICTIO se divide en:

Producción de los módulos mobiliarios por moldeo rotacional, utilizando polietileno copolímero lineal hexeno de media densidad (Rotoclear 9305). Debido a que es poco higroscópico, observe grandes esfuerzos de deformación, excelente barrera al vapor de agua, aislante eléctrico, factor de contracción al desmolde 1.5% a 3% y alta resistencia a agentes químicos. Ideal para espacio interior y exteriores.

Seguidamente se realizan las estructuras base que soportan los modelos 3d de los peces. Fabricadas en poliestireno de alto impacto (Lámina 1,20 x 2,40 cm - Calibre 40 / 1mm), el cual es rígido, impermeable y ofrece estructura para sostener los integrados eléctricos. La lamina pasa por una etapa de corte dimensionado, termo formado y perforado. Sobre la lámina termo formado se ubican los módulos capacitivos y el módulo NFC.

Por último se fabrican los recubrimientos texturizados con los modelos 3d de los peces, utilizando caucho silicona translucida grado médico. Para esto se ha realizado un proceso previo de diseño en 3d de los peces del acuario. Estos son esculpidos a manos y copiados en un molde de yeso escayola. Sobre este molde se vierte la silicona y se cataliza con la estructura en poliestireno ejerciendo presión. Al secar la silicona, este sistema es instalado con tornillos en la superficie del separador recto. Luego se conecta cada módulo al computador de placa reducida.

El computador de placa reducida es la unidad electrónica de control del mobiliario, ubicada en su interior. Este recibe y procesa las interacciones del usuario, generando una respuesta visual, háptica y electrónica. Además recolecta información sobre los visitantes para conocer cuáles fueron las exposiciones más visitadas, tiempo de estancia en

cada exposición, frecuencia, y flujo de visitantes por hora.

El cono truncado invertido es fraguado in situ, haciendo uso de un molde retornable que se les entrega a los operarios que instalan HICTIO en el zoológico.

La manilla y las unidades BLE son solicitadas a proveedores extranjeros en china (RELIABLE RFID y Satech Sato Intelligent Tech LDT), los cuales realizan el diseño a pedido, manufactura y transporte.

Pro

Manilla
slap e
Sil

Unic

Costos

Producto	Costo
Mobiliario interactivo	\$ 1.515.767
Aplicación móvil	\$ 37.500.000
1000 Manillas RFID	\$ 635.520
10 Unidades BLE	\$ 100.094
Costo total COP3	\$ 9.751.382
Margen de utilidad	30%
Costo de venta al zoologico5	\$ 1.676.796

www.cuancocuestamiapp.co	
Buena relacion calidad / precio	
Aplicacion Android + iOS	
Interfaz personalizada	
Sistema login	
Perfil de usuario	
Panel de administracion	
Bilingüe	
App ya desarrollada	
Costo estimado total COP	\$ 37.500.000

Productos importados							
Producto	Referencia	Empresa	Contacto	Mod	Cnt	COP x Uni	\$ COP
Manilla RFID tipo Caucho y Silicona	Custom 13.56MHz NFC NTAG215 Chip programmable rfid silicone rubber wristbands	RELIABLE RFID	http://www.reliablerfid.com/	M	1000	\$ 636	\$ 635520
Unidad BLE	Customized long range eddystone beacon for advertising waterproof ble beacon	Satech Sato Intelligent Tech LDT	https://satechpcba.en.alibaba.com/company_profile.html	BLE 1	0	\$ 10009	\$ 100094
Total						\$	735.614

Material

Pieza	Tipo	Cnt	Masa en Kg	Masa total (Cnt * kg)	Material	\$COP x Kilo	\$COP x unidad	\$COP Total (Kg*Cnt)
Asiento	sp	12	8,82	8,8	Poliuretano media densidad	\$ 5.100	\$ 146.880	\$ 146.880
Separado recto	esp2		12,6	25,2	Poliuretano media densidad	\$ 5.100	\$ 64.260	\$ 128.520
Cubierta extremo	esp2		5,41	0,8	Poliuretano media densidad	\$ 5.100	\$ 27.540	\$ 55.080
Sub Total							\$	330.480
Cono truncado invertido	sp	47	9,53	18	Cemento gris	\$ 420	\$ 33.390	\$ 133.560
Recubrimiento texturizado háptico	esp4		93	6	Caucho de silicona translucido grado medico	\$ 12.710	\$ 114.394	\$ 457.574

Medición de impacto

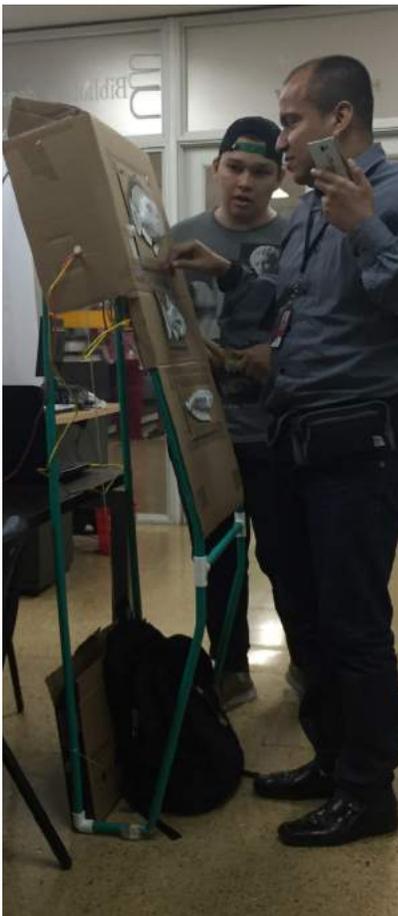
El impacto del proyecto se midió a través del cumplimiento de sus objetivos al ser validados con pruebas de usuario, su impacto dentro de la esfera social, su contribución al mercado del turismo accesible y la evaluación de su oferta de valor frente a la oferta existente.

De primera mano, los resultados de las pruebas con usuario ciegos, demuestran que es efectivo y adecuado incluir estímulos sonoros, y principalmente háptico dentro de la experiencia turística de una persona ciega dentro de un espacio de exhibición (en este caso el acuario del Zoológico de Cali), pues ayuda a aumentar la persistencia de la información aprendida y la satisfacción percibida en términos de compromiso del usuario con la experiencia.

Por otra parte, la estrategia de combinar estímulos sonoros y hápticos está alineada a los principios de diseño universal de "Información perceptible" (CEUD, 2018), siendo este sistema redundante al comunicar información de los peces utilizando distintos sentidos, y de "Uso flexible" (CEUD, 2018) al ofrecer distintas formas de uso del sistema. Al mismo tiempo el sistema está alineado con el RNIB (National Centre for Tactile Diagrams) que define que brindar modelos hápticos para personas ciegas en museos es necesaria cuando: hay conceptos difíciles de describir con palabras, no está permitido tocar los ítems exhibidos, cuando la forma, siluetas o patrones son importantes, cuando se requiere ilustrar escala y relaciones (biología, mapas), cuando se

busca mejorar la experiencia didáctica.

Dentro de la esfera socio-política; mejorar las capacidades de participación y autonomía de las personas ciegas en espacios de exhibición contribuirá: al pleno desarrollo de sus derechos de libre movilidad territorial (Const., 1991, art. 23), al acceso a espacios destinados al uso común (Const., 1991, art. 82), a la igualdad (Const., 1991, art.13), y el ejercicio efectivo de los derechos de las personas con discapacidad (Ley Estatutaria 1618 de 2013). Incentivando a esta población a sentirse parte de la sociedad en materia de participación ciudadana.



Además, en el ámbito económico, el desarrollo de este sistema impacta tanto en el marco regional de la accesibilidad como en el marco internacional, introduciendo a Cali en el mercado del Turismo Accesible (OMT, 2016) facilitando la experiencia turística de las personas con discapacidad visual y la de sus acompañantes para que puedan disfrutar de manera autónoma y satisfactoria. (Alejandro Vásquez Zawadzky, 2017). Así, se posicionará al municipio a la altura de Berlín (2013), Milán (2016), Chester (2017), Borås (2015); ciudades ganadoras del premio de Accesibilidad de la Unión Europea.

Por último, con el ánimo de comparar los resultados HICTIO frente a la oferta existen de turismo accesible en museos, se establecieron los

siguientes principios de diseño. Donde el cumplimiento de estos principios determina la capacidad que tiene una instalación o experiencia museística de ser accesible al público ciego.

Principios de diseño / Criterios de evaluación:
 (EHD): Estimulación háptica para descubrimiento
 (CSU): Contextualización sonora ubicua
 (LAI): Localización autónoma de interacciones
 (UMU): Utilizado por múltiples usuarios

Soluciones existentes:
 (MIM): Museo Interactivo Mirador
 (MT): Museo Tifológico de la ONCE
 (FF): Disney / Feeling fireworks
 (TM): Neurodigital / Touching masterpieces
 (MP): MAVI / Manos en la pared
 (TP): Tocando el Prado / Museo del Prado

HICTIO	Criterio	MIM	MT	FF	TM	MP	TP
✓	EHD	✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	CSU	✓	X	X	✓	X	X
✓	LAI	X	X	X	X	X	X
✓	UMU	X	✓	X	X	X	✓





CONCLUSIONES

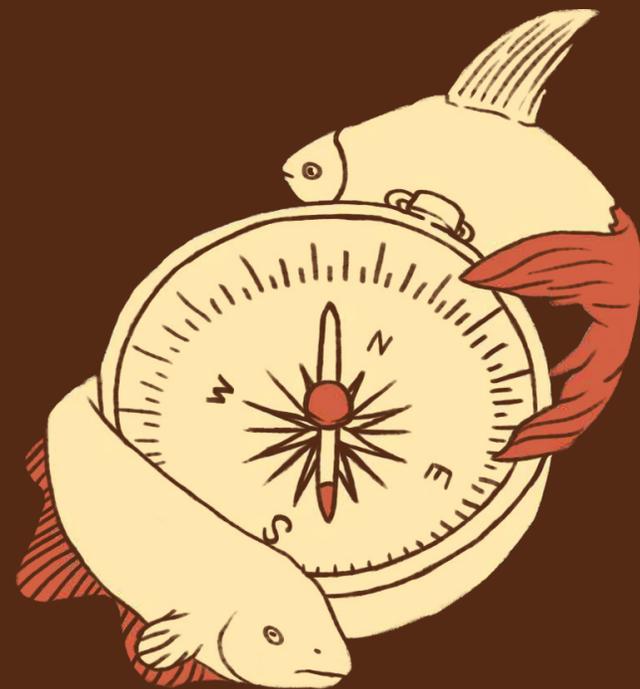
Implementar soluciones de diseño interactivo que permita a la población ciega disfrutar de la oferta turística que ofrece el zoológico, permite contribuir a la formulación de ciudadanía y construye cultura de accesibilidad. Es importante que este tipo de oferta de turística continúe creciendo en la ciudad de Cali para atender este mercadeo insatisfecho.

La necesidad de estas personas por sentirse parte de la sociedad se evidencia en la forma en que utilizan la tecnología y las redes sociales como medio para sentirse incluidos. El diseño de productos interactivos puede aprovechar la familiaridad que estas personas tienen con la tecnología, para fortalecer la experiencia turística dentro de un determinado lugar. No solo desde el ámbito recreativo, sino

también para ofrecer información, favorecer el desplazamiento, facilitar la orientación espacial y ayudar en casos de emergencia.

Los principios de diseño universal y accesibilidad se pueden implementar efectivamente dentro del contexto colombiano para ofrecer a esta población una mejor calidad de vida. Pero no es suficiente con las modificaciones estructurales, o las adecuaciones de espacios. Es necesario incurrir en programas de educación

y formación ciudadana inclusiva y tolerante con la discapacidad para asegurar que tanto el espacio, como los objetos, servicios y funcionarios dentro de este brinden una experiencia accesible y satisfactoria a la mayor cantidad de personas posibles.



BIBLIOGRAFÍA

Ballesteros, S. (1994). Percepción de propiedades en los objetos a través del tacto. Integración: revista sobre ceguera y deficiencia visual, 15, 28-37.

Budiu, R. (2018, May 13). Between-Subjects vs. Within-Subjects Study Design. Retrieved November 6, 2018, from <https://www.nngroup.com/articles/between-within-subjects/>

Chaliand, Gérard, 1934-. (1977). Revolution in the Third World : myths and prospects. New York :Viking Press.

Congreso de Colombia (2013) Ley estatutaria 1618 de 2013. Bogotá.

Egea García, Carlos. Sarabia Sánchez, A. (2001). Clasificaciones de la OMS sobre discapacidad. Retrieved from: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-temprana/clasificacionesomsdiscapacidad.pdf>

Estrada Profesor, J. M., Jesús Antonio Camacho, C. P., Teresa Restrepo, M. C., & Mario Parra Profesor, C. M.

(1998). Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995 (acopla95) Palabras clave. Publicado en la Rev. Fac. Nac. Salud Pública (Vol. 15).

Geruschat, D. R., & Smith, A. J. (2010). Low vision for orientation and mobility. En: W. R. Wiener, R. L. Welsh, y B. B. Blasch (dirs.), Foundations of orientation and mobility, 3.ª ed. (l, 63-83). Nueva York: American Foundation for the Blind

Gómez Sobrino, R. (2016) Organización Mundial del Turismo OMT. [En línea] Recuperado de: <http://media.unwto.org/es/press-release/2016-01-25/el-turismo-accesible-un-derecho-y-una-oportunidad-de-negocio> (Visitado: 27 Ene 2017) (En español).

Hidalgo, C., & Sonia, E. (2011). Propuesta de turismo accesible para discapacitados visuales aplicado al museo y parque arqueológico Pumapungo del Banco Central del Ecuador en la ciudad de Cuenca. Universidad de Cuenca. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1719>

Metro Cali S.A. (2013) El MIO, camina hacia un sistema más incluyente y accesible. [En línea] Recuperado de: <http://www.metrocali.gov.co/cms/>

el-mio-camina-hacia-un-sistema-m-s-incluyente-y-accesible/(Visitado: 27 Ene 2017) (En español).

Ministerio de Salud y Protección Social (2014) Línea Base Discapacidad OND. Bogotá.

Ministerio de Salud y Protección Social (2016) Sala situacional de Personas con discapacidad (PCD). Bogotá.

Ministerio de Salud. (2017). Lineamiento para la implementación de actividades de promoción de la salud visual, control de alteraciones visuales y discapacidad visual evitable. Colombia.

Organización Mundial de la Salud. (2013). Salud ocular universal. Un plan de acción mundial para 2014-2019. España.

Organización Mundial de la Salud. (2011). Informe Mundial sobre la Discapacidad. Malta.

Organización Nacional de Ciegos Españoles (2011) Discapacidad visual y autonomía personal, Enfoque práctico de la rehabilitación. Madrid.

Organización Mundial de Turismo. (2016). Turismo Accesible para Todos: Una oportunidad a nuestro alcance. Madrid, España.

Preiser, Wolfgang F. E. (2001) Universal Design Handbook 2nd Edition.

Revisión Volumen, D., & Alfabético, Í. (n.d.). Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud. Retrieved from <http://ais.paho.org/classifications/Chapters/pdf/Volume3.pdf>

Kalpakjian, S. y S. R. (2014). Manufactura, ingeniería y tecnología. Valoumen 1. Tecnología de materiales (7th ed.). Pearson.

ANEXOS

Anexo 1: Entrevistas

Instituciones formativas

Pedro Pablo Perea

Actividad: Entrevista a profundidad
Ocupación: Director General del Instituto para Niños Ciegos y Sordos
Fecha: Lunes 5 de Febrero 2018 – 8:00 am
Lugar: Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca

Julieth Medina

Actividad: Entrevista a profundidad
Ocupación: Experta en movilidad y orientación
Fecha: Viernes 16 de Febrero 2018 – 8:00 am
Lugar: Clínica del Instituto para Niños Ciegos y Sordos del Valle del Cauca

Luz Estela Otálvaro

Actividad: Entrevista a profundidad
Ocupación: Coordinadora de la Sala Hellen Keller
Fecha: Martes 13 de Marzo 2018 – 3:00 pm
Lugar: Sala Hellen Keller – Biblioteca departamental

Gabriel Pérez

Actividad: Entrevista a profundidad
Ocupación: Metodólogo del área de discapacidad de Indervallo
Fecha: Lunes 12 de Febrero 2018 – 8:00 am
Lugar: Casa del Deporte – Oficina de Indervallo área de discapacidad

Roberto Rosero

Actividad: Entrevista a profundidad
Ocupación: Metodólogo del área de discapacidad de Indervallo
Fecha: Lunes 26 de Marzo 2018 – 5:30 pm
Lugar: Liga de Bolos del Valle – Coliseo de bolos y billar

José Luis Escobar

Actividad: Entrevista a profundidad
Ocupación: Entrenador de bolos de visuales y auditivos de Indervallo
Fecha: Lunes 26 de Marzo 2018 – 5:00 pm
Lugar: Liga de Bolos del Valle – Coliseo de bolos y billar

Personas ciegas

Juan Gabriel Soto

Actividad: Entrevista a profundidad, Grupo focal, Pensar en voz alta, Dibújelo y Seguimiento en contexto
Ocupación: Contratista, Jugador de fútbol 5 y Director de la Sala Helen Keller
Fecha: Viernes 2 de Marzo 2018 – 9:00 am
Lugar: Sala Helen Keller – Biblioteca departamental

Equipo de Fútbol 5

Actividad: Grupo focal
Ocupación: Equipo de fútbol 5 para ciegos de Indervallo
Fecha: Jueves 15 de Febrero 2018 – 8:00 pm
Lugar: Coliseo Evangelista Mora

Steven Santander

Actividad: Entrevista a profundidad, Pensar en voz alta, Dibújelo y Seguimiento en contexto
Ocupación: Deportistas de la liga de bolos de visuales Indervallo y venta de postres informal
Fecha: Lunes 26 de Marzo 2018 – 5:40 pm
Lugar: Liga de Bolo del Valle – Coliseo de bolos y billar

María Fernando Moscoso

Actividad: Entrevista semi estructurada, Pensar en voz alta y Seguimiento en contexto

Ocupación: Estudiante de licenciatura
Fecha: Domingo 8 de Abril 2018 – 5:40 pm
Lugar: Zoológico de Cali

Oferta turística

Viviana Andrea Figueroa

Actividad: Entrevista a profundidad
Ocupación: Licenciada en educación popular – Fundadora de Turismo con Sentido
Fecha: Lunes 8 de Marzo 2018 – 10:00 am
Lugar: Biblioteca departamental

Deisifer Osorio

Actividad: Entrevista a profundidad
Ocupación: Terapia ocupacional – Fundadora de Turismo con Sentido
Fecha: Lunes 8 de Marzo 2018 – 10:00 am
Lugar: Sala Helen Keller – Biblioteca departamental

Carlos Collante

Actividad: Entrevista a profundidad, Prueba de mercado
Ocupación: Gestor de Experiencias de la Fundación Zoológico de Cali
Fecha: Viernes 13 de Abril 2018 – 9:20 am, Jueves 7 de Noviembre de 2018 - 8:15 am
Lugar: CIDZOO – Zoológico de Cali

Vivian Peña

Actividad: Entrevista semi-estructurada
Ocupación: Promotora de Experiencias de la Fundación Zoológico de Cali
Fecha: Domingo 8 de Abril 2018 – 11:20 am
Lugar: Exhibición reptiles – Zoológico de Cali

Investigadores

Investigador Uno

Actividad: Ejercicio de empatía
Ocupación: Estudiante de diseño industrial y diseño de medios interactivos
Fecha: Domingo 8 de Abril 2018 – 12:00 am
Lugar: Mariposario – Zoológico de Cali



Investigador Dos

Actividad: Ejercicio de empatía
Ocupación: Estudiante de diseño de medios interactivos
Fecha: Domingo 8 de Abril 2018 – 12:00 am
Lugar: Aviario – Zoológico de Cali



Anexo 2: Detalles de costos

Mobiliario interactivo							
Sub ensamble	Codigo	No.	pieza	tipo	cnt	\$ COP x Uni	\$ COP
Mobiliario	A						
		1	Asiento	esp	1	\$ 146.880	\$ 146.880
		2	Separado recto	esp	2	\$ 64.260	\$ 128.520
		3	Cubierta extremo	esp	2	\$ 27.540	\$ 55.080
		4	Cono truncado invertido	esp	4	\$ 33.390	\$ 133.560
		5	Vinilo adhesivo	esp	4	\$ 28.600	\$ 114.400
		6	Estructura base laminar 90cm x 70 cm	esp	4	\$ 16.717	\$ 66.868
		7	Recubrimiento texturizado háptico	esp	4	\$ 114.394	\$ 457.574
		8	Tornillo Estufa 3/16X3/4 Arandela y Tuerc	est	16	\$ 975	\$ 15.600
		9	Tornillo Hexagonal 1/4X1 Arandela y Tuerca	est	12	\$ 966	\$ 11.592
		10	Unidad BLE	esp	1	\$ 10.009,44	\$ 10.009
Sub total						\$ 1.140.084	
Computador	B						
		1	Raspberry Pi 3 Model B+ Adafruit 12-Key	est	1	\$ 122.338	\$ 122.338
		2	Capacitive Touch Sensor Breakout - MPR121	est	4	\$ 20.210	\$ 80.838
		3	8 GB MicroSD Card with full PIXEL desktop NOOBS - v2.4	est	1	\$ 30.027	\$ 30.027
		4	Nyx 150 Router alámbrico-N Mini 150Mbps	est	1	\$ 60.000	\$ 60.000
		5	5V 2.5A Switching Power Supply with 20AWG MicroUSB Cable	est	1	\$ 22.634	\$ 22.634
		6	SparkFun Pi Wedge	est	1	\$ 34.795	\$ 34.795
		7	Protoboard MB102 830 Puntos	est	1	\$ 9.282	\$ 9.282
Sub total						\$ 359.913	
Modulo capacitivo	C						
		1	Malla tejida en caero inoxidable 304 MESH	est	1	\$ 100	\$ 100
		2	Micro Motor Vibrador Redondo 1027	est	1	\$ 2.761	\$ 2.761
		3	LED Blanco 5mm Chorro	est	1	\$ 64	\$ 64
		4	Base en aquelita Virgen FR4 25mm x 25mm x 1.2mm	est	1	\$ 146	\$ 146
Sub total						\$ 3.071	
Modulo NFC	D						
		1	Módulo Sensor MFRC- 522 RC522 RFID RF IC de tarjeta S50	est	1	\$ 9.682	\$ 9.682
		2	Micro Motor Vibrador Redondo 1027	est	1	\$ 2.761	\$ 2.761
		3	LED Blanco 5mm Chorro	est	4	\$ 64	\$ 256
Sub total						\$ 12.699	
Total						\$ 1.515.767	

PROYECTO DE GRADO

Mejoramiento de la experiencia turística de personas ciegas que visitan el acuario del Zoológico de Cali mediante el diseño de productos interactivos aplicados a la museografía.



Autores

Camilo José Montoya Abadía
A00291404
cajomo0311@gmail.com
www.behance.net/Korneas

Estudiante de 8° semestre de diseño de medios interactivos.

José David Giraldo Mosquera
A00276808
josedavidgm1995@gmail.com
www.behance.net/JoseDavidGiraldoM

Estudiante de 9° semestre Diseño Industrial y Diseño de Medios Interactivos.

Tutores

PhD Juan Jiménez García
PhD Carlos Arce-Lopera