

revista **IDI**

Tecnológico de Costa Rica ▪ Escuela de Diseño Industrial ▪ Revista Semestral

Volumen 6 Número 1 ▪ Julio - Diciembre 2023 ▪ ISSN 2215-5112



revistaIDI+

La Revista IDI+ es una publicación digital de carácter científico de la **Escuela de Diseño Industrial del Tecnológico de Costa Rica**. Es una revista **semestral, gratuita y de acceso abierto**, cuyo propósito es divulgar trabajos inéditos de investigación en el campo del diseño industrial y áreas afines. Está dirigida a investigadores, profesores, estudiantes, profesionales y expertos nacionales o extranjeros en el área del diseño y otros campos relacionados.

Comité Editorial

Editor/Director

IDI. Luis Carlos Araya-Rojas, M.Sc.

lcaraya@tec.ac.cr

Coordinadora operativa

Dra. Xinia Varela-Sojo

xvarela@tec.ac.cr

Diagramación

Pamela Dinarte Chavarría

Foto de portada

Platos de cerámica

Carlos Alberto Castañeda Piloto - Nazareth Lisbeth González Sirias
Proyecto, Procesos de Manufactura I, 2023. Productos de cerámica.

Dirección y redes sociales

Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Campus Tecnológico Central Cartago.

Escuela de Diseño Industrial.

Cartago, Cartago, Calle 15, Avenida 14,

1 km Sur de la Basílica de Los Ángeles.

Apartado Postal: 159-7050

<https://revistas.tec.ac.cr/index.php/idi>



Indexaciones



Revista Semestral
Julio-Diciembre 2023
Volumen 6, N°1

ISSN: 2215 5112

Contenidos

Diseño de visualización de datos para el análisis del riesgo de extinción de grupos de especies en el continente americano.

Data visualization design for the analysis of the extinction risk of species groups in the American continent.

Nicole Camacho-Mata 4

Diseño de un dispositivo de administración de visitantes para la gestión inteligente de parques nacionales en Costa Rica.

Design of a visitor management device for the intelligent management of national parks in Costa Rica.

Gerson Chaves-Varela 21

OCTAVIO, un compañero para tratar la ansiedad en perros.

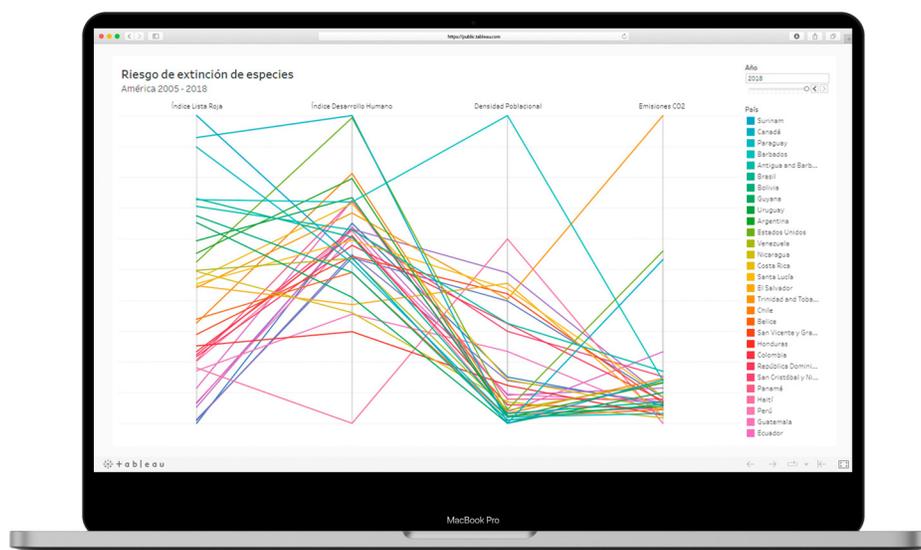
OCTAVIO, a companion to treat anxiety in dogs.

Ivone Sánchez-Rodríguez, Jairo Gutiérrez-Arévalo, Lucía Jiménez-Abarca 35

Diseño de un objeto inteligente para asistir una hidratación adecuada a senderistas y montañistas en Costa Rica.

Design of a smart object for an adequate hydration assistance to hikers and mountaineers in Costa Rica.

Melina Gálvez Navarro, Emilio Mora Quintanilla 49



Diseño de visualización de datos para el análisis del riesgo de extinción de grupos de especies en el continente americano

Data visualization design for the analysis of the extinction risk of species groups in the American continent

Nicole Camacho-Mata¹

N. Camacho-Mata "Diseño de visualización de datos para el análisis del riesgo de extinción de grupos de especies en el continente americano", IDI+, vol. 6, no 1, Jul., pp. 4-19, 2023.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v6i1.6811>

Fecha de recepción: 23 de setiembre de 2022
Fecha de aprobación: 13 de febrero de 2023

1. Nicole Camacho-Mata
Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Diseño Industrial con énfasis en Comunicación Visual
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
nicolecamachomata@gmail.com
 0000-0003-2875-7470

Resumen

La visualización de datos de este proyecto propone brindar una forma fácil e intuitiva de identificar relaciones y conclusiones entre el Índice de Lista Roja, el Índice de desarrollo humano, la densidad poblacional y las emisiones de CO₂, reportados en los países del continente americano, desde el 2005 hasta el 2018.

Para ello, se empleó la metodología establecida en el *Dashboard design cookbook* elaborado por Ph.D. Franklin Hernández-Castro, que comprende el proceso de investigación y diseño a través de etapas iterativas de selección del tema, recolección de datos y la definición de la relación entre ellos; desarrollo de las preguntas objetivo, limpieza de los datos, exploración y selección del paradigma, implementación y la validación del producto digital.

Los principales hallazgos detectados en la fase de validación determinan que la visualización alcanzó un nivel aceptable en cuanto a la interpretación de la información suministrada y la relación de los datos, así como la facilidad de interacción como un sistema integrado. Por otro lado, es satisfactoria con un puntaje de 95, obtenido en la prueba de usabilidad, siendo calificada como fácil de usar.

Finalmente, se debe destacar que esta visualización busca generar análisis y conclusiones, con el fin de brindar un punto de partida, dando paso a investigaciones especializadas que permitan indagar en las causas del riesgo de extinción de especies y, a su vez, crear una toma de decisiones basada en este tema para el bien de la población y la naturaleza.

Palabras claves

Visualización de datos; índice de lista roja; índice de desarrollo humano; emisiones de CO₂; densidad poblacional.

Abstract

The data visualization of this project aims to provide an easy and intuitive way to identify relationships and conclusions between the red list index, human development index, population density and CO₂ emissions; from 2005 to 2018, reported in the countries of the American continent.

The methodology established in the "Dashboard design cookbook" elaborated by Ph.D. Franklin Hernández-Castro was used, which includes the research and design process through iterative stages of topic selection, data collection and the definition of the relationship between them, development of the objective questions, data cleaning, exploration and selection of the paradigm, implementation and validation of the digital product.

The main findings detected in the validation phase, determine that the visualization reached an acceptable level in terms of the interpretation of the information provided and the relationship of the data, as well as the ease of interaction as an integrated system. On the other side, it is satisfactory with a score of 95, obtained in the usability test, being qualified as easy to use.

Finally, it should be noted that this visualization seeks to generate analysis and conclusions in order to provide a starting point, giving way to specialized research to investigate the causes of the risk of extinction of species, and in turn create a decision making based on this issue for the benefit of the population and nature.

Keywords

Data visualization; red list index; human development index; CO₂ emissions; population density.

Introducción

El mundo natural es ahora un lugar muy diferente de lo que fue hace 10.000 años; cada ecosistema natural del planeta ha sido alterado por la humanidad, numerosas especies se han extinguido prematuramente y los ciclos naturales se han visto alterados, provocando que la biodiversidad del planeta, la garantía del equilibrio y pervivencia de los ecosistemas disminuyan de manera alarmante [1]. Cada año se extinguen especies alrededor del mundo y la lista de aquellas que están en peligro crítico no hace más que aumentar día a día. Algunas son muy conocidas y otras pasan desapercibidas; sin embargo, todas son igual de importantes para mantener la armonía de la biodiversidad [2].

Además, la superpoblación se convirtió en un problema, debido a la insuficiencia de alimentos; lo que ha provocado que la raza humana se transforme en una catástrofe biológica capaz de causar una extinción masiva mediante actividades como la caza ilegal, la utilización de productos fitosanitarios o insecticidas para aumentar la producción de cultivos y la fragmentación del medio natural para la construcción de infraestructuras [1]; siendo estos factores en busca del desarrollo de la sociedad.

La eliminación de especies es el efecto más conocido y mejor estudiado; sin embargo, esta no es la única agresión que convierte a los humanos en potenciales exterminadores de especies. También hay que añadir una agresión de forma global como es la producción de gases de efecto invernadero y contaminantes que provocan tanto la desaparición de especies como cambios en sus costumbres relacionados con la migración, la reproducción o la alimentación [1].

Las estimaciones más pesimistas de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) del 2008 hablaban de la desaparición de hasta 30.000 especies al año, lo que implica más de 80 diarias. Lo peor de todo es que muchas especies se perdieron y,

a este ritmo, se perderán muchas más incluso antes de haber sido descubiertas [1].

El objetivo de desarrollo sostenible número 15, denominado “La vida en la Tierra”, plantea que, para el 2030, se garantice la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Además, propone tomar medidas urgentes y significativas para detener la pérdida de biodiversidad, así como proteger y prevenir la extinción de especies amenazadas [3], ya que ni la sociedad ni el gobierno deben ignorar esta problemática. Cuando los gobiernos toman medidas para reducir la pérdida de biodiversidad, se logran beneficios de conservación, pero la tendencia está lejos de ser invertida; por lo que, a nivel gubernamental, se debe dedicar el mismo esfuerzo o más, a salvar a la naturaleza que a salvar a los sectores económicos y financieros. Esfuerzos que, si se extrapolan al resto del planeta, pueden brindar una solución global al problema [1].

La conservación de la biodiversidad es una prioridad mundial. Por lo que, dada la urgencia de esta tarea, se deben promover acciones tendientes a la protección de especies en alto riesgo de extinción por actividades directa o indirectamente relacionadas con la actividad humana [4]. A nivel internacional, se han implementado listados que categorizan las especies en diferentes grados de amenaza, los cuales sirven de base para planes de protección, manejo o restauración, permitiendo desarrollar y dirigir medidas específicas y priorizadas de protección [5].

Como parte de un ejercicio académico desarrollado en el curso Diseño IX de la carrera de Ingeniería en Diseño Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se propone visualizar información referente al estado de la biodiversidad de los países de América empleando el índice de Lista Roja, el cual mide el riesgo de extinción de especies. Además, se contrasta con otras variables como el índice de desarrollo humano, la densidad poblacional y las emisiones de CO₂ emitidas en cada país, con el fin de generar una visualización de datos que responda a una serie de preguntas objetivo (POs) planteadas y, a la vez, determine una asociación inicial entre el índice de lista roja y los demás factores mencionados; siendo este un punto de partida para generar una investigación detallada y especializada de las posibles causas del desequilibrio de la biodiversidad. Por otro lado, desde el punto de vista ambiental, permite plantear soluciones que se transformarían en un empuje positivo para la biodiversidad local, continental y mundial, en beneficio de la humanidad como receptora de una naturaleza variada, reconstruida y equilibrada.

Trabajo relacionado

El *data visualization* es una alternativa para presentar la información, que permite una mejor comprensión y análisis de esta. Por lo cual, a partir del análisis y comparación de estudios realizados respecto al tema central del presente proyecto, se pretende obtener información importante para su desarrollo.

La Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas muestra, en su página web, el Índice de Lista Roja para países europeos empleando un gráfico de barras, mapa de burbujas, mapa

de calor y un gráfico de líneas; donde, en los tres primeros, se muestra la misma información [6]. Es una interesante alternativa para visualizar el comportamiento de este indicador; sin embargo, consiste únicamente en datos graficados y no en información realmente útil.

Por su parte, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza realizó un estudio en el que involucra el Índice de Lista Roja desde el punto de vista del cálculo mismo, tanto a nivel europeo como regional y nacional. El cálculo se realizó para aves y anfibios, además, utilizan gráficos de líneas para representar la información [7]. No obstante, en el presente proyecto se espera brindar un panorama mucho más amplio.

La Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza presenta un resumen estadístico de las especies según la categoría de riesgo en la que se encuentran [8]. Sin embargo, a pesar de ser información útil para el cuidado de la biodiversidad, no permite distinguir causas del riesgo que sufren, por lo que se plantea crear una visualización de información que permita determinar relaciones respecto al deterioro de la biodiversidad; asunto que todavía no se muestra en esta página.

Hannah Ritchie y Max Roser estudiaron la extinción de especies en el mundo desde el punto de vista de la evaluación de un pequeño porcentaje de estas, así como la determinación de cuáles de ellas son las más afectadas a nivel mundial [9].

Un mínimo común que se identificó fue el uso de mapas geográficos para representar la información; como en el caso del estudio sobre las amenazas a los vertebrados terrestres, en el que se desarrollaron mapas para mostrar el impacto que tendrían las seis amenazas principales que afectan a los anfibios, aves y mamíferos terrestres (agricultura, caza y captura, tala, contaminación, especies invasoras y el cambio climático), según el país [10]. Este mínimo común es empleado también por la Sociedad Zoológica de Londres, la cual emplea el mapa para representar la distribución de las especies en el mundo. Así mismo, esta sociedad emplea en su página web gráficos de dispersión para visualizar datos [11].

Por su parte, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, también, hace uso de un mapa para representar la información; pero, en este caso, únicamente del país mexicano [12]. El empleo de mapas permite visualizar el comportamiento de la variable a través del tiempo en los diferentes países; sin embargo, es complejo hacer comparaciones con otras variables diferentes.

Al respecto, Hidalgo diseñó una representación del Índice de Desarrollo Humano, donde se observa el comportamiento de este en los diferentes países a lo largo del tiempo. Con este se puede definir cuál fue el índice de un país en determinado año, además, divide los países en sus respectivos continentes haciendo uso de colores contrastantes [13].

Por otro lado, el principal impacto de la población sobre el medioambiente se relaciona con dos variables fundamentales: el consumo de recursos y la producción de desperdicios y

contaminantes [14]; así como las emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales conducen al cambio climático y consisten en una amenaza directa e indirecta para la biodiversidad [15]. Por lo que se espera comparar las variables del Índice de Lista Roja, con variables como las emisiones de CO₂, la densidad poblacional y el Índice de Desarrollo Humano, con el fin de determinar su relación en cada país y cada año; ya que esta permite comparar directamente los valores de las variables mencionadas, más allá de solo exponerlo. Así como conocer no solo el efecto en el cambio climático, sino manifestar el efecto en la biodiversidad.

Metodología

Para el desarrollo del proyecto, se implementa la metodología descrita en el libro *Dashboard design cookbook: Metodología para el diseño de visualizaciones de datos para la toma de decisiones* del profesor Ph.D. Franklin Hernández-Castro [16]. Debido a ello, se desarrolló una serie de etapas que se describen, a continuación:

1. Selección del tema y recolección de datos

Se identificó el Índice de Lista Roja como el tema principal. Los datos de este indicador se obtuvieron de la base de datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [17]. Dicho índice mide el riesgo de extinción para especies dentro del país relacionado con la contribución a la preservación de especies. Además, está medido en una escala de 0 a 1, donde 1 es la contribución máxima que el país puede hacer a la supervivencia de las especies, lo que equivale a especies clasificadas como “preocupación menor”, y 0 es la contribución mínima, lo que equivale a la extinción de las especies del país [17].

Además, se plantean otras variables asociadas, como el Índice de Desarrollo Humano (IDH), el cual mide: “los logros en tres dimensiones clave del desarrollo humano: una vida larga y saludable, acceso a conocimientos y un nivel de vida digno” [18]. El resultado de este siempre arroja un valor entre 0 y 1 que determina los cuatro grados de desarrollo humano: muy alto: países con un IDH superior a 0,80; alto: países con un IDH entre 0,70 y 0,80; medio: países con un IDH entre 0,55 y 0,70 y bajo: países con un IDH inferior a 0,55 [19]. Los datos de esta variable se adquirieron del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [18].

Otra variable empleada son las emisiones de CO₂, siendo este: “el principal gas de efecto invernadero que se emite a raíz de las actividades del ser humano” [20]. En este caso, está medido en toneladas y dichos datos se extrajeron de las publicaciones en Our World in Data [21].

Por otro lado, la población consiste en la cantidad de habitantes que posee cada país. Al igual que en el caso anterior, estos datos se obtuvieron de las publicaciones en Our World in Data

[22]. Finalmente, la superficie corresponde al terreno total de los países y este set se obtuvo de la base de datos del Banco Mundial de Datos [23].

2. Tipos y relaciones de los datos

A partir de lo anterior, se establecen los tipos de datos. Se tiene que cada una de las variables analizadas: Índice de Lista Roja, Índice de Desarrollo Humano, densidad poblacional y emisiones de CO₂ corresponden a datos continuos. Además, los años son datos discretos y los países consisten en datos categóricos.

Adicionalmente, se establecen las relaciones entre estos. Los datos de las cuatro variables se definen en función de los años y los países, por lo que su relación es directa, siendo los dos últimos la observación. También, se plantean relaciones tipo hipótesis entre el Índice de Lista Roja y las otras variables (Índice de Desarrollo Humano, densidad poblacional y emisiones de CO₂), que se investigan con la visualización.

3. Preguntas objetivo

Finalmente, se plantean tres preguntas objetivo (POs). Las preguntas son:

- ¿Cuál es la correlación, según el país, entre el Índice de Lista Roja y la densidad poblacional?
- ¿Cómo se comporta, de acuerdo con el país, el Índice de Lista Roja respecto al Índice de Desarrollo Humano?
- ¿Cuál es la relación entre las emisiones de CO₂ y el riesgo de extinción de grupos de especies según el país?

4. Data cleaning & parsing

Una vez determinados los datos, se procede a la etapa del *data cleaning* donde se emplea el *software* Exploratory Data Analysis [24] para analizar los sets de datos. En este primer análisis, se identificaron datos faltantes en la mayoría de los sets, principalmente, en lo que respecta al código del país; esto debido a que, en algunos casos, se muestran datos de regiones que no cuentan con un código específico, por ejemplo, América Latina. Por otro lado, se identificó que la información en algunos sets de datos está organizada de manera diferente, lo que impide una correcta relación de estos.

Antes de proceder a ordenar los datos, se delimitó el alcance de la visualización en cuanto a los años y la región geográfica. Además, se determinó que el rango de años por visualizar es del 2005 al 2018, debido a la disponibilidad de información. Por otro lado, la región que se involucró en el análisis y la visualización corresponde a los países del continente americano para los cuales haya datos completos.

Después, se procede a ordenar cada uno de los *dataset* de manera individual, eliminando los datos innecesarios que se encuentren por fuera de las delimitaciones generadas o que

simplemente no aplican en el caso del proyecto. Así mismo, con el fin de verificar la limpieza de los datos, cada set de estos, ordenado y limpio, se sometió a un segundo análisis en EDA, del que resultó que los datos fueron correctamente analizados y ordenados.

TABLA I
MUESTRA DEL SET DE DATOS PARA LA VISUALIZACIÓN

País	Código del país	Año	Índice de Lista Roja (escala de 0 a 1)	Índice de Desarrollo Humano	Densidad Poblacional (personas por km ²)	Emisiones de CO ₂ per cápita (toneladas por persona)
Antigua and Barbuda	ATG	2005	0,919	0,764	185	4,59
Antigua and Barbuda	ATG	2006	0,917	0,771	188	4,65
Antigua and Barbuda	ATG	2007	0,915	0,776	191	4,84
Antigua and Barbuda	ATG	2008	0,913	0,774	194	4,89
Antigua and Barbuda	ATG	2009	0,912	0,767	197	5,11
Antigua and Barbuda	ATG	2010	0,909	0,763	200	5,16
Antigua and Barbuda	ATG	2011	0,907	0,755	203	4,97
Antigua and Barbuda	ATG	2012	0,904	0,759	205	5,07
Antigua and Barbuda	ATG	2013	0,902	0,76	208	5,04
Antigua and Barbuda	ATG	2014	0,9	0,76	210	4,99
Antigua and Barbuda	ATG	2015	0,898	0,762	213	5,13
Antigua and Barbuda	ATG	2016	0,896	0,765	215	5,19
Antigua and Barbuda	ATG	2017	0,894	0,768	217	5,15
Antigua and Barbuda	ATG	2018	0,892	0,772	219	5,18
Argentina	ARG	2005	0,847	0,788	14	4,15
Argentina	ARG	2006	0,846	0,812	14	4,44
Argentina	ARG	2007	0,846	0,817	14	4,39
Argentina	ARG	2008	0,846	0,821	14	4,69
Argentina	ARG	2009	0,845	0,821	15	4,42
Argentina	ARG	2010	0,845	0,829	15	4,57
Argentina	ARG	2011	0,845	0,835	15	4,6
Argentina	ARG	2012	0,845	0,834	15	4,59
Argentina	ARG	2013	0,845	0,835	15	4,51
Argentina	ARG	2014	0,844	0,836	15	4,42
Argentina	ARG	2015	0,844	0,84	15	4,47
Argentina	ARG	2016	0,844	0,839	16	4,39
Argentina	ARG	2017	0,844	0,843	16	4,27
Argentina	ARG	2018	0,843	0,842	16	4,08

Nota: Se muestran los datos del índice de lista roja, índice de desarrollo humano, densidad poblacional y las emisiones de CO₂, para cada uno de los países del continente americano, del año 2005 al 2018 [17], [18], [21], [23].

Seguidamente, se realizan dos cálculos: el primero consiste en el cálculo de la densidad poblacional, ya que hay países que cuentan con mayor cantidad de habitantes por su tamaño territorial y la percepción de la información se verá afectada, por lo que se busca tener datos normalizados y estandarizados que sean comparables. El cálculo consiste en dividir la población entre la superficie, esto por cada país para cada año del rango definido, y se obtienen datos de la cantidad de personas por kilómetro cuadrado.

El segundo cálculo consiste en determinar las emisiones de CO₂ por persona en cada país, ya que algunos, por su tamaño industrial, emiten más o menos CO₂. Se busca tener datos estandarizados dividiendo las emisiones de CO₂ entre la población de cada país. Finalmente, se procede a juntar todos los datos manualmente en una sola tabla de Excel (figura 1) de acuerdo con el código ISO3 del país, siendo este un identificador internacional que no varía.

5. Exploración y selección del paradigma

Se realiza la búsqueda y selección de cuatro paradigmas. En este caso, se buscó visualizar las cuatro variables de manera simultánea, así como mostrar la información para cada país y controlar los años que se busca visualizar. Los paradigmas seleccionados fueron Sunburst Diagram, Parallel Coordinates Plot, Treemap y Dot Matrix Chart (figura 2).

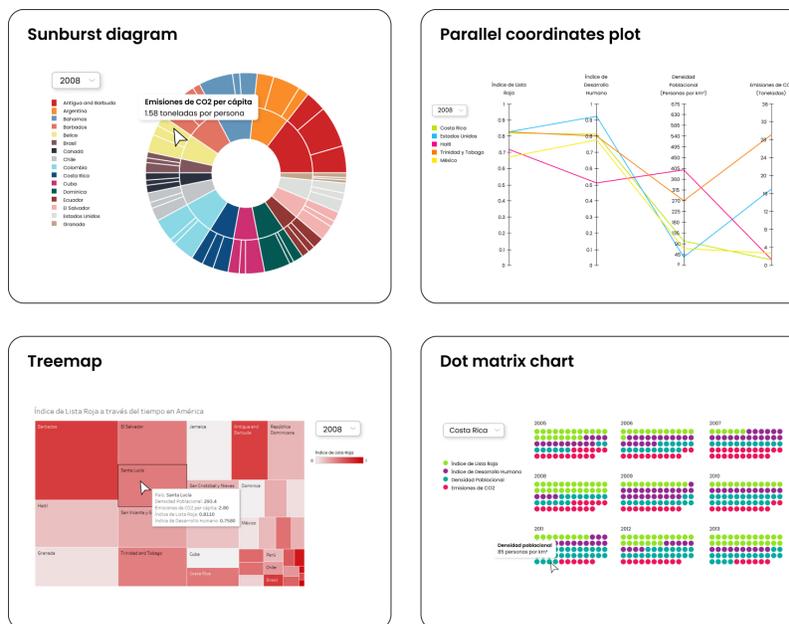


Fig. 1. Preselección de paradigmas.

Estos paradigmas fueron sometidos a una evaluación respecto a la respuesta de las POs y en cuanto a la usabilidad y satisfacción, como se muestra en la figura 3. En ambas evaluaciones, el paradigma Parallel Coordinates obtuvo mayor puntaje, por lo que resultó el elegido para la visualización de datos.

Evaluación respuesta de POs				
Caso de uso	Sunburst	Parallel Coordinates	Treemap	Dot Matrix
Caso 01: Correlación entre índice de Lista Roja y la densidad poblacional	2	4	4	3
Caso 02: Comportamiento del índice de Lista Roja respecto al Índice de Desarrollo Humano	4	4	1	3
Caso 03: Relación entre las emisiones de CO2 y el riesgo de extinción de grupos de especies	3	4	1	3
Total	9	12	6	9

Evaluación usabilidad y satisfacción				
Caso de uso	Sunburst	Parallel Coordinates	Treemap	Dot Matrix
Facilidad de lectura	2	4	2	3
Facilidad de uso	4	5	4	5
Intuitivo	3	4	3	4
Curva de aprendizaje	2	1	3	1
Facilidad de análisis	2	5	1	3
Permite comparación entre años	1	1	1	5
Permite comparación entre países	5	5	4	1
Visualización general	4	4	4	4
Visualización específica	5	3	3	3
Atractivo	5	4	2	3
Total	33	36	27	32

Fig. 2. Evaluación de paradigmas.

6. Implementación

Para la implementación del paradigma seleccionado, se utilizó el *software* Tableau [25], ya que es una herramienta que permite generar *dashboards* a partir de datos en formato .xlsx, además de brindar una interfaz adecuada, sin necesidad de tener conocimiento en programación. También permite la elaboración del paradigma requerido con la posibilidad de implementar filtros e identificadores de color, así como mostrar datos específicos mediante *tooltips*, al hacer *mouse over* sobre la visualización.

Por otro lado, esta herramienta ofrece una versión pública en línea, Tableau Public, lo que brindó la posibilidad de compartir la visualización fácilmente para la etapa de validación. En la figura 4, se muestra el resultado final de visualización [26].

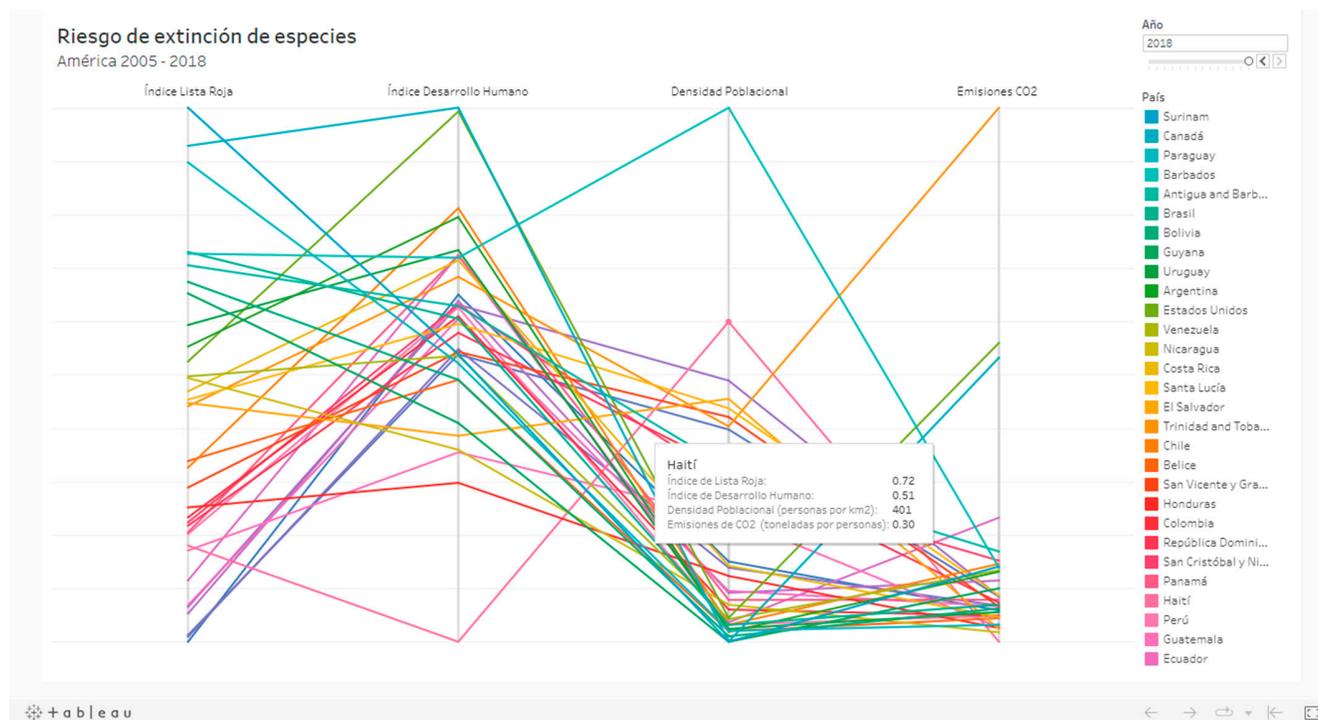


Fig. 3. Visualización de datos generada [26].

7. Validación

Después de implementar el paradigma y generar la visualización de datos planteada, se procedió a su validación, la cual se llevó a cabo mediante una prueba heurística basada en las preguntas objetivo. Además, se aplicó una prueba de satisfacción con la escala SUS.

Resultados

A partir de las validaciones de este proyecto, se obtiene una calificación de 95 en la prueba de usabilidad con la escala SUS, lo cual se traduce en que la visualización diseñada alcanzó un nivel aceptable en cuanto a la interpretación de la información suministrada y la relación de los datos, así como la facilidad de interacción que permite a los usuarios como un sistema integrado.

Por otro lado, se busca dar respuesta a las preguntas objetivo, planteadas con el fin de evidenciar la relación entre los datos, así como la interacción percibida por los testers. En el caso de la primera: ¿cuál es la correlación, según el país, entre el Índice de Lista Roja y la densidad poblacional?, se puede responder de manera individual para cada país, identificando los valores de las variables, tanto en la línea como en la información emergente. Un caso particular es el de Surinam (figura 5), que presenta el Índice de Lista Roja más alto y una densidad poblacional baja.

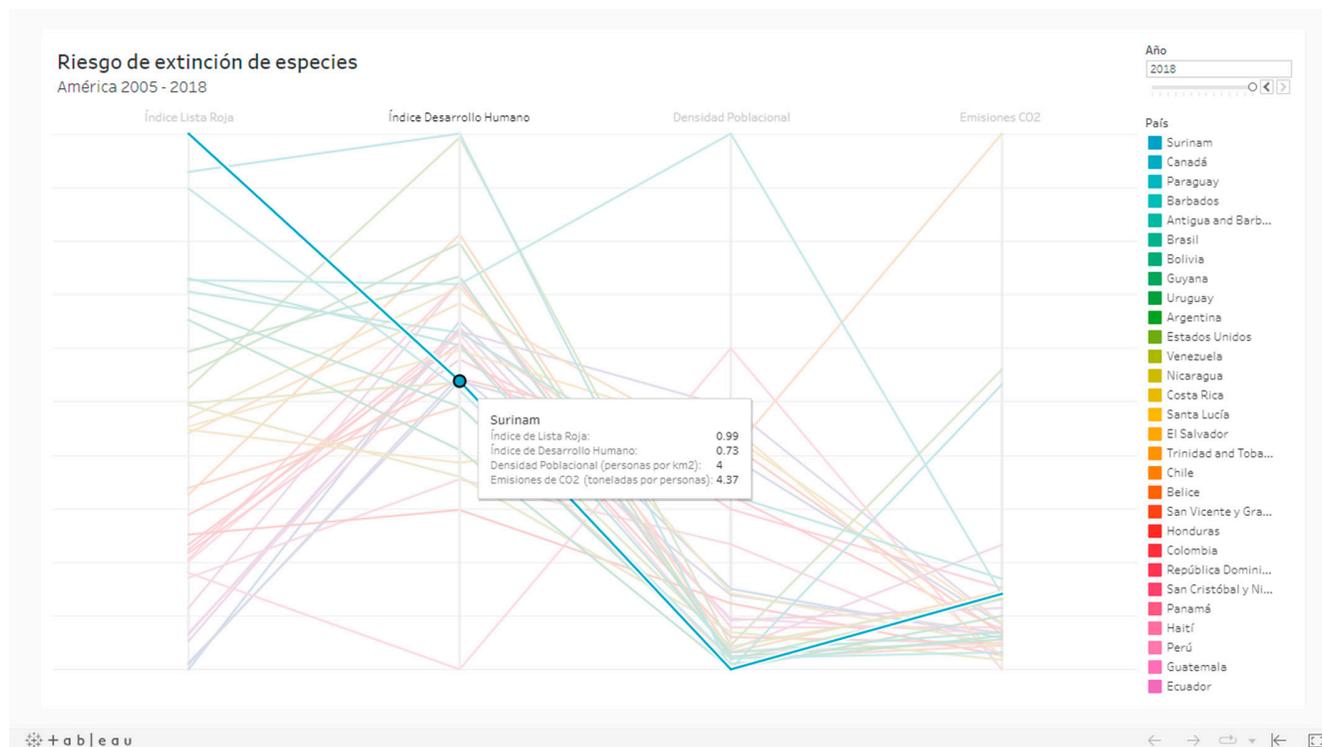


Fig. 4. Visualización en respuesta a la PO 1

Para responder la segunda pregunta: ¿cómo se comporta, de acuerdo con el país, el Índice de Lista Roja respecto al Índice de Desarrollo Humano?, se puede responder, de manera general, que existe una correlación negativa en la región señalada en la figura 6, debido a que existe una tendencia a que, cuanto mayor sea el Índice de Desarrollo Humano, menor es el Índice de Lista Roja, lo que quiere decir que, a pesar de haber un alto desarrollo humano, la contribución del país a la preservación de especies es baja, es decir, hay mayor cantidad de especies extintas.

Sin embargo, se observan excepciones, ya que la visualización permite seleccionar un país específico para una mejor identificación de la información, por ejemplo, Paraguay (figura 6) presenta un alto Índice de Desarrollo Humano, lo que se ve reflejado en el Índice de Lista Roja, lo que permite inferir que la contribución que hace este país en temas de preservación de especies es alta, y esto implica baja preocupación por la extinción de especies.

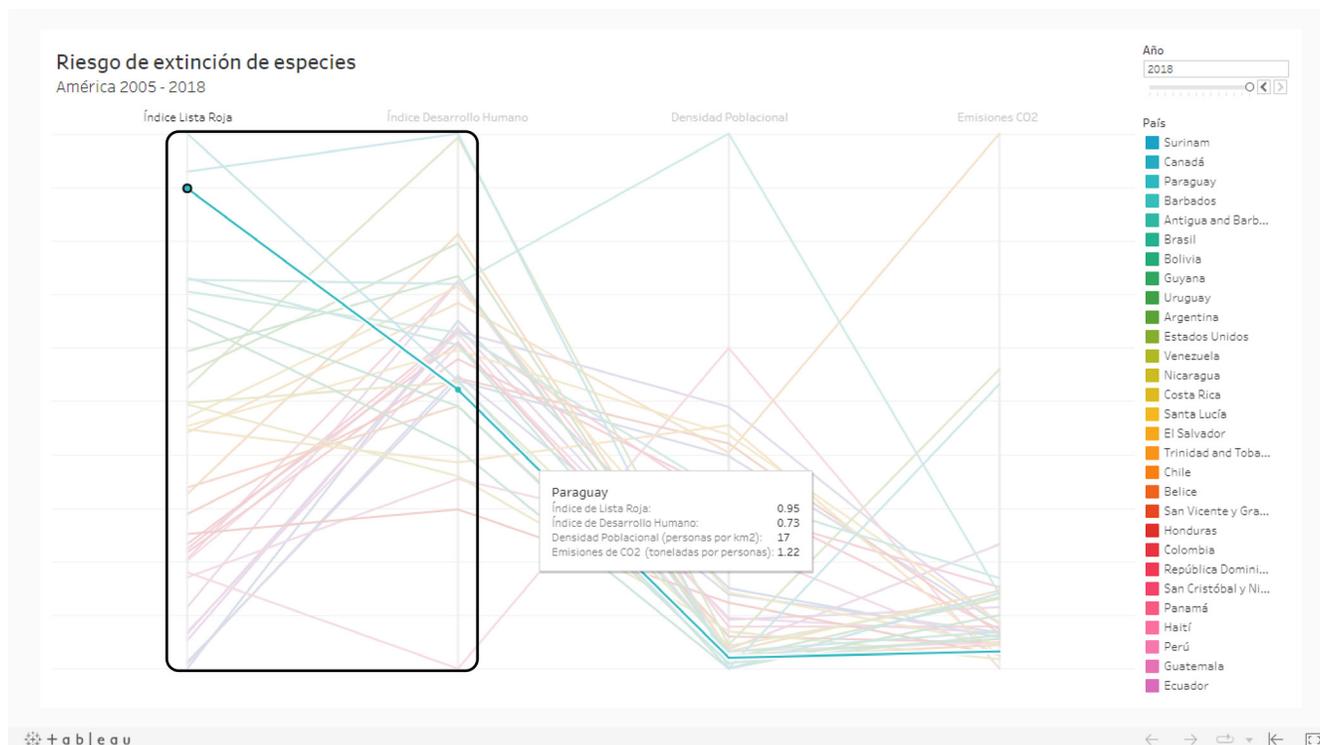


Fig. 5. Visualización en respuesta a la PO 2

Por último, para responder la tercera pregunta: ¿cuál es la relación entre las emisiones de CO₂ y el riesgo de extinción de grupos de especies según el país?, es posible visualizar la línea de un país específico, como el caso de Cuba, en el que se puede observar, en la figura 7, que el Índice de Lista Roja corresponde al más bajo en América; lo que implica que la contribución del país en cuanto a la preservación y cuidado de las especies es poca y la preocupación por la extinción de estas es mayor, a pesar de que las emisiones de CO₂ por persona son bajas.

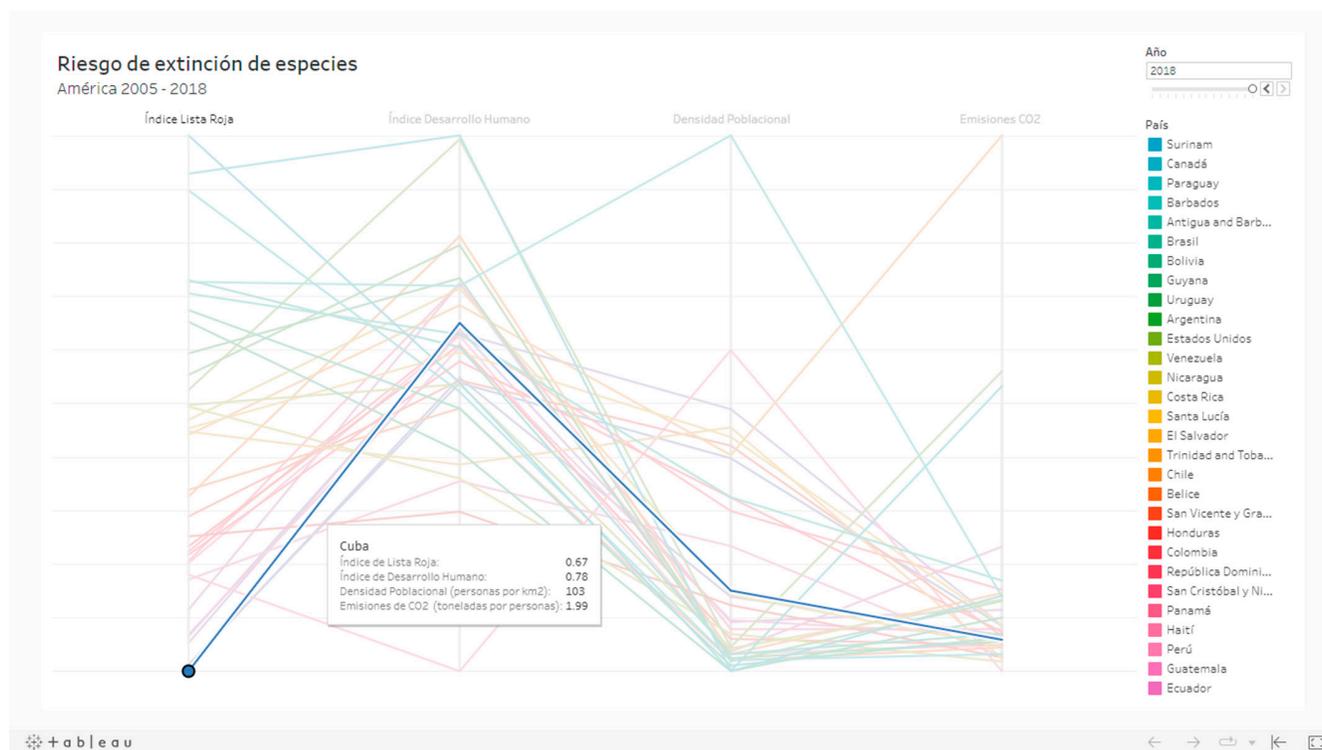


Fig. 6. Visualización en respuesta a la PO 3

Discusión de resultados

En materia de comparación con otros estudios, se presentan resultados significativos; debido a que, en cuanto al trabajo relacionado en esta área en específico, se encontraron antecedentes que presentan información asociada a la preservación de la biodiversidad, o bien a los niveles de extinción o peligro latente en que se encuentran las especies naturales. Sin embargo, los proyectos analizados no muestran variables de información que generen un contraste entre el riesgo de extinción para especies (Índice de Lista Roja) y otras variables que muestren una posible causa o razón de los valores mostrados, sino que conforman fuentes informativas que engloban una única variable relacionada al tema en cuestión.

Por este motivo, la visualización diseñada brinda resultados positivos desde este punto de vista, al ofrecer información sobre el peligro de extinción de especies frente a datos de desarrollo humano, densidad poblacional y emisiones de CO₂ como posibles asociaciones y causantes del desequilibrio de la naturaleza. Todo esto plasmado en un único nivel de información que permite la visualización directa del comportamiento de cada dato, para cada país, en los años disponibles.

Para efectos de una visualización de datos de esta índole, es importante tomar en cuenta factores adicionales:

1. Al tratarse de términos desconocidos para el público en general, en el caso de las pruebas con *testers*, se tuvo que dar la definición y escala de medición de las variables para una correcta interpretación, por lo que se recomienda incluir definiciones como parte de la información que pueden consultar los usuarios.
2. La experiencia previa afecta la interacción con la nueva visualización. Si no hay experiencia previa, la curva de aprendizaje en tema de visualizaciones interactivas es mayor. Además, se determinó que el tiempo de respuesta disminuyó en la última pregunta objetivo, ya que, en las dos anteriores, lograron entender la dinámica de la visualización. Así mismo, la percepción de la visualización, por parte de los *testers*, fue calificada como fácil de usar y como un sistema integrado.

Conclusiones

La visualización propuesta en este proyecto proporciona un panorama general valioso para el análisis de datos y la inferencia para aprender, asociar y actuar ante la situación continental y mundial de la pérdida de biodiversidad. Este escenario compara el Índice de Lista Roja, es decir, el riesgo de extinción de especies, con la densidad poblacional, así como con el Índice de Desarrollo Humano y las emisiones de CO₂ en cada país del continente americano en un marco temporal.

Es fundamental destacar que, con el desarrollo de este proyecto, no se puede afirmar que verdaderamente existe relación entre las variables analizadas; sin embargo, la visualización generada muestra posibles asociaciones y tendencias de dichas variables en los países, dando paso a futuros estudios centrados en el tema, con el fin de confirmar o rechazar las relaciones generadas. En términos de necesidades futuras, y debido a que el periodo analizado en el proyecto comprendió desde 2005 hasta 2018, se externa el interés por retomar esta visualización, con el objetivo de extender las asociaciones entre variables para los años actuales, y conocer su comportamiento en términos del riesgo de extinción de especies y la contribución de los países en este aspecto.

Referencias

- [1] P. Refoyo et al., "El hombre como factor de extinción biológica", Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección biológica, pp. 95–104, 2013. Consultado el 22 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/263043158_EL_hombre_con_factor_de_extincion_biologica
- [2] D. Moraga. "Extinción de especies: Un peligro para la biodiversidad y el planeta". Bienvenidos a WWF Chile. <https://www.wwf.cl/?365991/Extincion-de-especies-un-peligro-para-la-biodiversidad-y-el-planeta> (consultado el 29 de marzo de 2022).

- [3] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. "Sustainable Development Goals. Life on land". UNDP. https://www.undp.org/sustainable-development-goals?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_PaidSearch_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&gclid=Cj0KCQiA95aRBhCsARIsAC2xvfz7Chm89PP5ZYy6tPbPHi02GN4XUTXI3c4cyCW-wRrN0W2jVTpMSEaAol2EALw_wcB#life-on-land (accedido el 29 de marzo de 2022).
- [4] F. Squeo et al., "Revisión de la clasificación de especies en categorías de amenaza en Chile", *Revista Chilena De Historia Natural*, vol. 83, n.º 4, pp. 511–529, 2010. Accedido el 22 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2010000400006
- [5] J. Torres, D. Oliva y Sergio Castro, "Conservación de la biodiversidad, capítulo III", en *Biodiversidad de Chile. patrimonio y desafíos*. Chile: Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2008, pp. 412–431. Accedido el 22 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/283855672_Conservacion_de_la_biodiversidad
- [6] Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas. "Red list index - sustainable development goals". UNECE Statistical database. <https://w3.unece.org/SDG/en/Indicator?id=69> (accedido el 29 de marzo de 2022).
- [7] Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, "National red list index", Georgia.
- [8] Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. "Red list - summary statistics". IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics> (accedido el 29 de marzo de 2022).
- [9] H. Ritchie y M. Roser. "Biodiversity". Our World in Data. <https://ourworldindata.org/biodiversity> (accedido el 29 de marzo de 2022).
- [10] Harfoot, MJB, Johnston, A. y Balmford, A. et al. "Using the IUCN Red List to map threats to terrestrial vertebrates at global scale". *Nature Ecology & Evolution*. <https://www.nature.com/articles/s41559-021-01542-9> (accedido el 29 de marzo de 2022).
- [11] Sociedad Zoológica de Londres. "The living planet report". ZSL. Let's work for wildlife. <http://stats.livingplanetindex.org/> (accedido el 29 de marzo de 2022).
- [12] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. "Mapa potencial de especies en riesgo de extinción en México". Conabio. <http://ssig.conabio.gob.mx/JavaBridge/extincion/index.html> (accedido el 29 de marzo de 2022).
- [13] C. Hidalgo. "Graphical statistical methods for the representation of the human development index and its components". *Human Development Reports - United Nations Development Programme*. <https://hdr.undp.org/en/content/graphical-statistical-methods-representation-human-development-index-and-its-components> (accedido el 29 de marzo de 2022).

- [14] J. C. Centeno. "Población y medio ambiente". Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33906801> (accedido el 29 de marzo de 2022).
- [15] K. Janbandhu, V. Shende y K. Gopal Patil. "Impacts of co2 and global climate change on biodiversity". Researchgate. https://www.researchgate.net/publication/265058392_Impacts_of_Co2_and_Global_Climate_Change_on_Biodiversity (accedido el 29 de marzo de 2022).
- [16] Hernández-Castro, F. (2021). dashboard design cookbook, metodología para el diseño de visualizaciones de datos. Escuela de Diseño Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- [17] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. "Red list index". OECD Statistics. https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=RED_LIST (accedido el 2 de marzo de 2022).
- [18] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. "Human development reports". United Nations Development Programme. <https://hdr.undp.org/en/indicators/137506> (accedido el 2 de marzo de 2022).
- [19] Iberdrola. "Índice de desarrollo humano". Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/compromiso-social/indice-desarrollo-humano#:~:text=CÓMO%20SE%20MIDE%20EL%20IDH&text=Muy%20alto:%20países%20con%20un,IDH%20inferior%20a%200,55.> (accedido el 25 de mayo de 2022).
- [20] "Emisiones de dióxido de carbono | US EPA". US EPA. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono> (accedido el 25 de mayo de 2022).
- [21] H. Ritchie, M. Roser y P. Rosado. "CO₂ and greenhouse gas emissions". Our World in Data. <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions> (accedido el 23 de abril de 2022).
- [22] M. Roser, H. Ritchie y E. Ortiz. "World population growth". Our World in Data. <https://ourworldindata.org/world-population-growth> (accedido el 2 de marzo de 2022).
- [23] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. "Superficie (kilómetros cuadrados)". World Bank Open Data. <https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.SRF.TOTL.K2> (accedido el 2 de marzo de 2022).
- [24] "Exploratory". Exploratory. <https://exploratory.io/> (accedido el 22 de abril de 2022).
- [25] "Tableau: Business intelligence and analytics software". Tableau. <https://www.tableau.com/> (accedido el 16 de mayo de 2022).
- [26] N. Camacho-Mata, "Riesgo de extinción de especies. América 2005 - 2018", TFG, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Provincia de Cartago, 2022. [En línea]. Disponible: <https://public.tableau.com/app/profile/nicole.camacho.mata/viz/Implementacin/Dashboard1>



Diseño de un dispositivo de administración de visitantes para la gestión inteligente de parques nacionales en Costa Rica

Design of a visitor management device for the intelligent management of national parks in Costa Rica

Gerson Chaves-Varela¹

G. Chaves-Varela "Diseño de un dispositivo de administración de visitantes para la gestión inteligente de parques nacionales en Costa Rica", IDI+, vol. 6, no 1, Jul., pp. 20-32, 2023.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v6i1.6812>

Fecha de recepción: 30 de noviembre de 2022
Fecha de aprobación: 25 de mayo de 2023

1. Gerson Chaves-Varela
Estudiante de Licenciatura de Ingeniería en Diseño Industrial
con énfasis en Desarrollo de Productos
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
gmaxchaves@estudiantec.cr
 0000-0002-1828-8714

Resumen

En este artículo, se describe el proceso de diseño de un dispositivo de control de flujo de visitantes para parques nacionales de Costa Rica. Con este, se busca contribuir con la labor que realizan los administradores de áreas protegidas en cuanto a información sobre el flujo de visitantes, así como la toma de decisiones para la implementación de planes administrativos adaptativos que buscan la seguridad y satisfacción de estos. Las cuales han disminuido a causa de una reciente alza en cantidad de visitantes y disminución de capacidades de dichos parques de manera sostenible.

El proceso de diseño se orientó por medio de la metodología de Design Thinking, empleando herramientas como análisis de referentes, de percepción, análisis tecnológico, ergonómico, entre otros. Por lo cual, el resultado de este proceso es un dispositivo adaptable al visitante de parques nacionales, capaz de transmitir la posición del usuario, para facilitar a los administradores el manejo de datos en busca de identificar tendencias, áreas de alta densidad y nivel de riesgo. Esto agiliza la planificación de toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

Durante el proceso, se definieron características de producto como la fabricación, materiales por utilizar, funcionamiento del sistema y algunas de las experiencias, para verificar con posibles usuarios que el producto se encuentra en sincronía con los objetivos y requisitos propuestos inicialmente en el proyecto. Además, se propone un plan estratégico para implementar y validar un prototipo funcional en un área protegida nacional, con el fin de evaluar en un entorno real el funcionamiento e iterar, si es necesario, la solución de diseño.

Finalmente, a través de esta investigación, se identificó una clara ventaja de utilizar productos inteligentes para mejorar el control de flujo de visitantes y la solución creada intenta aprovechar estas ventajas, con el fin de proveer a los administradores de áreas protegidas una manera de maximizar sus ingresos, sin comprometer la sostenibilidad o la satisfacción de los usuarios.

Palabras clave

Flujo de visitantes; sostenibilidad; parques nacionales; ecoturismo; diseño de producto.

Abstract

This article describes the design process for a visitor flow control device for National Parks in Costa Rica. This design seeks to contribute to the work of protected area administrators in terms of information on visitor flow and decision making for the implementation of adaptive management plans that seek the safety and satisfaction of visitors, due to a recent reduction in the number of visitors and a decrease in the capacity of these parks in a sustainable manner.

The design process was guided by the Design Thinking methodology, using tools such as referent analysis, perception analysis, technological analysis, ergonomic analysis, among others. The result of this process is a device adaptable to national park visitors and capable of transmitting the user's position to facilitate data management by administrators to identify trends, areas of high density and risk level, streamlining the planning of decision making in the short, medium, and long term.

During the design process, product characteristics were defined, such as manufacturing, materials to be used, system operation and some of the experiences to verify with potential users that the product is in sync with the objectives and requirements initially proposed in the project. In addition, a strategic plan is proposed to implement and validate a functional prototype in a national protected area to evaluate in a real environment the operation and iterate, if necessary, the design solution.

Through this research a clear advantage of using smart products to improve visitor flow control was identified and the solution created attempts to leverage these advantages to provide protected area managers with a way to maximize their revenue without compromising sustainability or user satisfaction.

Keywords

Visitor flow; sustainability; national parks; ecotourism; product design.

Introducción

Ecoturismo, su auge y su relación con áreas protegidas

El ecoturismo es un estilo de turismo popular en Costa Rica con un enfoque en la naturaleza. Su demanda es una gran porción del turismo mundial, mostrando expectativas de hasta 57% de los paquetes turísticos por vender en 2023 [1]. Por ejemplo, un tipo de atracción muy popular en el país son los parques nacionales y, gracias al desarrollo en tecnología, es cada vez más fácil visitar estas áreas previamente consideradas como hostiles [2].

Costa Rica cuenta con un total de 127 áreas silvestres protegidas y 41 de estas con visitación turística [3]. Dichas áreas cubren grandes espacios de zona silvestre, por ejemplo, el Parque Nacional Marino Las Baulas cubre 2700 km² de superficie [4]. Además, las personas que las frecuentan tienden a moverse por caminos definidos y reunirse en puntos de interés; sin embargo, zonas fuera de esto se postulan como riesgos, debido al reducido control de los administradores.

Desde otra perspectiva, los cuerpos gestores recalcan que los parques nacionales sufren de

una crisis provocada por la falta de guardaparques y recursos; lo cual provoca que, en áreas protegidas de Costa Rica, se incumplan uno o varios de los objetivos competentes de los parques nacionales: conservar la biodiversidad, fomentar la investigación y dar condiciones mínimas para fines recreativos [5].

Así mismo, la ausencia de recursos e infraestructuras limita las capacidades de estas áreas protegidas. Un ejemplo es el caso de Uvita, la cual es capaz de recibir físicamente hasta 1500 visitantes, pero la cantidad reducida de funcionarios dentro del área (en 2014 consistía en 12 funcionarios, 23 menos que el mínimo estimado necesario) reduce la capacidad máxima a solo 500 personas, tres veces menos que la capacidad física. Esto representa una clara disparidad de capacidades versus demanda que afecta negativamente otros aspectos como la seguridad [6].

A partir de lo anterior, el objetivo de este proyecto es encontrar una solución que permita la recolección y transferencia de información para el control de flujo de visitantes en estas áreas protegidas; lo cual facilite a los administradores aprovechar al máximo el turismo relacionado a los parques nacionales, sin comprometer su sostenibilidad en el proceso.

Sobre los parques nacionales

Los parques nacionales en Costa Rica conforman un 12,7% del territorio nacional, siendo una herramienta económica esencial para atraer inversiones, turistas e investigadores. Por ejemplo, el Parque Nacional Corcovado genera ingresos por más de 48 billones de colones; sin embargo, solo un 2% de esos ingresos queda en el sistema de gestión [3], por lo que reinversiones en infraestructura y calidad del servicio son prácticamente inexistentes.

En zonas con visitación turística, se recibió un millón de visitantes residentes y más de un millón de extranjeros. Además, parques nacionales como el Volcán Irazú recibieron hasta 350 000 en 2017 [5], un equivalente a mil visitantes diarios. Sin embargo, los parques nacionales varían mucho en topografía, clima y nivel de accesibilidad, por lo que implican una serie de riesgos. Por su parte, los visitantes también varían en nivel de experiencia, habilidades, entrenamientos y objetivos recreativos, por lo que algunos pueden requerir más atención. Esta variedad en características obliga a cuerpos gestores de áreas protegidas a recurrir a diversas técnicas de gestión de riesgo para evitar más lesiones, entre ellas, el control de flujo de visitantes [7].

Sobre herramientas de administración

Comprender las variables que afectan la seguridad de un parque puede permitir a los gestores elaborar políticas de gestión de riesgo adecuadas, ya que, al administrar recreación en la naturaleza, donde los ciclos de visitación anual son consistentes y crecientes, el uso de monitoreo y patrones dentro del parque provee bases fundamentales para la toma de decisiones administrativas necesarias, con el fin de maximizar el beneficio económico y

minimizar daños o riesgos [8].

Es importante conocer cuántas personas se encuentran en el parque y su ubicación, para administrar el flujo y con ello disminuir riesgos de incidentes. Además, sirve como un medio para reconocer la capacidad de un parque y funcionar bajo los límites que permiten la autosostenibilidad de este.

Por otra parte, la capacidad de dar seguimiento a los usuarios del parque puede ser una herramienta de gran utilidad no solo en el control de flujo, sino también en las respuestas de accidentes dentro del área; lo que provee una estadística para los cuerpos gestores con la cual pueden crear estrategias para disminuir o erradicar las posibilidades de repetición.

Asimismo, L. Pétric et al. [9] mencionan que estas herramientas de administración de flujo de visitantes pueden ser categorizadas en cuatro grupos: institucionales, económicas, administrativas y de la tecnología de la información. El enfoque de este proyecto es en la última de estas categorías.

No obstante, gran cantidad de parques nacionales alrededor del mundo no cuentan con sistemas de monitoreo de número y flujo de visitantes, lo que imposibilita el balance entre números óptimos de visitantes y la sostenibilidad de la región [9]. Costa Rica no es diferente en este aspecto, ya que presenta ausencia de herramientas de recolección y transferencia de información sobre los visitantes. Esto se refleja en el bajo control de visitantes que acceden a distintos parques nacionales del país, lo que incluso puede llegar a superar la capacidad del parque, provocando daños al ambiente, aumentando los riesgos e incluso la cantidad de accidentes dentro del área.

Aprovechando las herramientas de flujo

La limitada información de flujo y problemas en detección de riesgos dificultan la capacidad de realizar planes adaptativos para las problemáticas que surgen, por lo que la introducción de nuevas herramientas que mejoren este movimiento de información es importante en la administración sostenible de una región. Un ejemplo de lo anterior es un estudio realizado en China que demostró cómo administradores de parques pueden juntar datos de acceso, como la cantidad de tiquetes distribuidos, con datos de densidad generados por cámaras, para administrar la capacidad de visitantes en un parque con alto volumen de uso. Los cuerpos gestores pueden enfocarse en ayudar a los visitantes a anticipar horas de alto uso, disminuyendo la congestión y, por ende, los riesgos de lesión y daños al ambiente [10].

Otro caso de éxito es el Medio Domo del parque Yosemite, el cual cuenta con un sistema de escalado facilitado; este es mucho más seguro que el escalado convencional. Sin embargo, problemas de flujo y congestión provocaban un escalado más lento que, a su vez, causaba que individuos tomaran rutas de escalado alternas y riesgosas fuera del control de los empleados. Para evitar esto, se implementaron sistemas de conteo de visitantes por medio de fotografía.

Esto permitía distribuir el flujo de personas en días y horas menos populares, por medio de descuentos para disminuir el riesgo en la actividad [8]. El estudio funcionó como la introducción de una administración “adaptativa” de visitantes que, mediante flujo de datos constante, implementan experimentaciones para generar conocimiento sobre flujo de usuarios [8].

Problemáticas asociadas al exceso de visitantes

El manejo de datos, especialmente de visitantes, es útil para administrar puntos de interés populares en los parques, donde el exceso de visitantes por encima de la capacidad no solo tiene efectos negativos en el ambiente y seguridad, sino que también generará insatisfacción en los visitantes. Al respecto, un estudio previo realizado en Costa Rica demuestra la importancia de la satisfacción de los visitantes para promover la lealtad y la visita repetida a un parque [11].

El costo de mantenimiento y acceso a los parques se encuentra en crecimiento por este aumento de turistas; quienes, en un principio, servirán como promotores de consumo turístico, pero luego generarán una decaída económica y problemáticas de ambiente. Por lo que es necesario introducir sistemas de administración con el objetivo de minimizar estos efectos negativos [9].

Todavía existe espacio para mejorar el flujo de visitantes a través de soluciones que utilizan el internet de las cosas como medio de información para crear adaptaciones más acertadas [6] y con ello cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible 2030 de la ONU, en áreas de acción por el clima y vida del ecosistema terrestre.

Métodos

En este diseño, se utilizó la metodología Design Thinking [12], la cual es iterativa y se divide en seis etapas para generar una solución: Investigación, Definición, Ideación, Prototipado y Validación. Este proceso inicia con la definición de los usuarios y finaliza en una idea concreta y capaz de ser materializada a través de prototipos tanto digitales como físicos.

Debido a que la solución no se introdujo de manera piloto en un parque, se empleó la metodología IMDI [13], para analizar el producto en escenarios de comunicación con usuarios, escenario de fabricación y ensamblaje, escenario de materiales por utilizar y escenario consumo; todo con el objetivo de establecer un plan mediante el cual el producto final podrá ser creado, distribuido y administrado.

Investigación, definición e ideación:

El proceso inicia identificando la necesidad de implementar controles administrativos en las áreas protegidas nacionales y con esto se identifica la problemática de que los administradores no cuentan con la información suficiente de flujo de visitantes para lidiar con la ineficiencia de gestión dentro de estas áreas.

Por otra parte, se realizó una encuesta digital con el fin de identificar la viabilidad de un producto de rastreo para áreas silvestres y las tendencias que los visitantes de dichas áreas presentan en caso de utilizar uno [14]. De manera simultánea, se investigó productos presentes en el mercado internacional que se especializan en rastreo o administración de flujo de visitantes, con el objetivo de categorizar los productos como registradores de datos GPS, *wearables* GPS, dispositivos portátiles GPS, contadores infrarrojos y etiquetas de seguimiento. Estas categorías luego fueron comparadas contra los resultados obtenidos de los usuarios y lo estudiado en los antecedentes del proyecto, y definir cuál o cuáles serán las categorías y sus características más eficientes para afrontar el problema previamente definido.

Prototipado y validación:

Una vez finalizados los análisis de percepción, tecnología y ergonomía realizados a través de investigación, se inició un desarrollo de alternativas a través de bocetos, con el fin de definir pautas y tecnologías viables de implementar en estas. Una vez exploradas la mayor cantidad de alternativas, se procede con una etapa de análisis y comparación directa, para identificar cuál solución se encuentra en sincronía con los requisitos planteados para el producto. De manera que estos puedan “donar” dichas características a una alternativa final sobre la cuál iterar y mejorar la solución hasta alcanzar un boceto de diseño final que cumpla con todos los aspectos propuestos.

Luego, se realizaron prototipos digitales tridimensionales con el objetivo de detallar las especificaciones de diseño, para, posteriormente, realizar un prototipo volumétrico con el fin de hacer pruebas de usabilidad y ergonomía con usuarios potenciales. Estas pruebas consistían en un uso simulado del producto donde los usuarios comunicarían todas sus preocupaciones y preferencias de la solución, además de identificar desde temprano si el producto es incómodo de utilizar. Como complemento a esta actividad, se aplicaron dos encuestas digitales: la primera para realizar un análisis KANO [15] con el objetivo de identificar la valoración por parte de los usuarios de las características del producto y la segunda para valorar el resultado perceptual de la propuesta final.

Tomando en cuenta los comentarios, se procede a definir el prototipo digital final, además de justificar y establecer los materiales por utilizar, el proceso de fabricación final, un costo aproximado para la fabricación de un prototipo funcional y la oferta de valor.

Implementación:

A través del análisis de escenarios, se definió la distribución, posicionamiento, punto de venta, publicidad, marca, soportes gráficos y embalaje (metodología IMDI [13]) necesarios para introducir el producto al mercado. Además, se definió un plan de implementación para el producto que involucra la futura introducción de un prototipo funcional a un entorno real, a través del uso de un parque nacional piloto.

Resultados

Como solución, se llegó a un dispositivo *wearable* que puede ser distribuido a todos los usuarios que acceden a un parque nacional; de manera que este sea capaz de darle seguimiento a dichos usuarios durante su visita y realización de actividades dentro del área protegida, para cubrir el problema de ausencia de flujo de información dentro de esta. Dicha característica de producto pretende permitir a los administradores de estas áreas recopilar y analizar grandes cantidades de información por utilizar como insumo en sus futuras decisiones de gestión, permitiéndoles identificar tendencias de los usuarios, áreas sobrepobladas y cuándo los usuarios se encuentran en mayor riesgo.

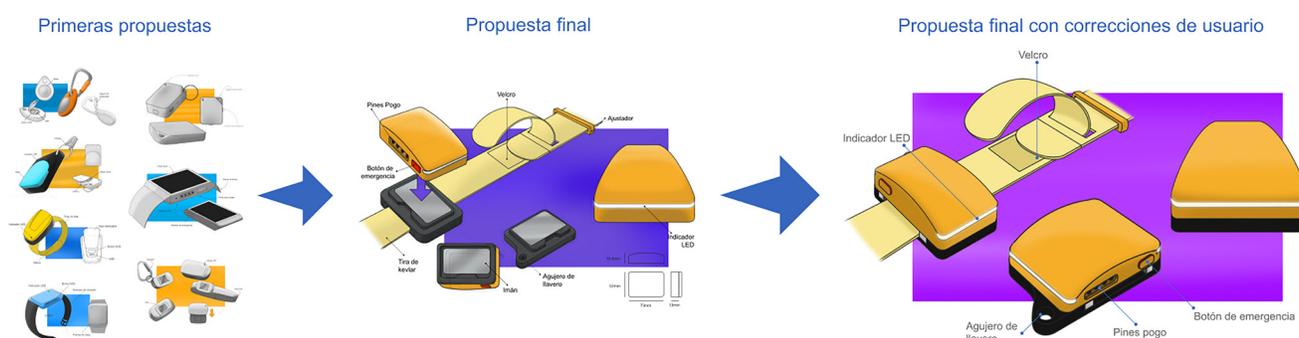


Fig. 1. Propuestas de diseño.

Se propone que el usuario reciba el dispositivo al ingresar al parque y pueda ajustarlo a su brazo con una banda de Kevlar ajustable; en caso de que no pudiera colocar el dispositivo en este segmento corporal, dicha banda se puede remover y en su lugar utilizar un mosquetón para asegurar el dispositivo a la indumentaria del usuario como se ejemplifica en la figura 1. Este sistema se propone debido a que las características de los visitantes varían considerablemente, por lo que el proyecto cubre un rango de edad entre 16 y 60 años para ajustar los requerimientos antropométricos [16].

Una vez el dispositivo se encuentra asegurado al visitante, este realiza su visita al área protegida, donde, por medio del uso de GPS y redes móviles, se comunica cada cierto tiempo la posición del visitante a un servidor. El dispositivo se encarga de notificar si un usuario se encuentra en un área de interés, en riesgo o en una emergencia, de manera que los guardaparques puedan darle seguimiento al estado de los visitantes. También se decidió incluir dentro del dispositivo una funcionalidad de alerta SOS que los usuarios puedan activar por medio de una combinación simple de botones, lo que plantea mejorar el tiempo de respuesta a emergencias dentro de estas áreas silvestres.

Una vez que el usuario ha finalizado su recorrido, antes de salir del parque, entrega el dispositivo al encargado y este procede a brindarle el mantenimiento necesario, así como la recarga por

medio de conexión al sistema base que permite recargar la batería de múltiples dispositivos simultáneamente, e inicia el modo transferencia de datos al servidor que formarán parte de la base de datos recopilados para el análisis de gestión.

Por otra parte, se definió buscar un concepto para el producto, el cuál involucra una experiencia no intrusiva para el usuario visitante, mientras este realiza sus actividades. Lo cual se logra a través de un tamaño reducido, materiales resistentes, una ergonomía cómoda y flexible, así como una interacción mínima.

En cuanto a la funcionalidad y la arquitectura del sistema del dispositivo, este utiliza GPS para ubicarse espacialmente y guarda esta meta data en su memoria, comunicándose de manera inalámbrica con antenas de GSM y radio para enviar información. Además, su funcionamiento varía según la cobertura móvil, con el dispositivo requiriendo de datos móviles para poder comunicar su ubicación espacial a los administradores del parque; si no cuenta con cobertura, este puede comunicar un SOS a través de radio para informar a las autoridades en caso de emergencia; ambos sistemas son ilustrados en el gráfico de la figura 2.

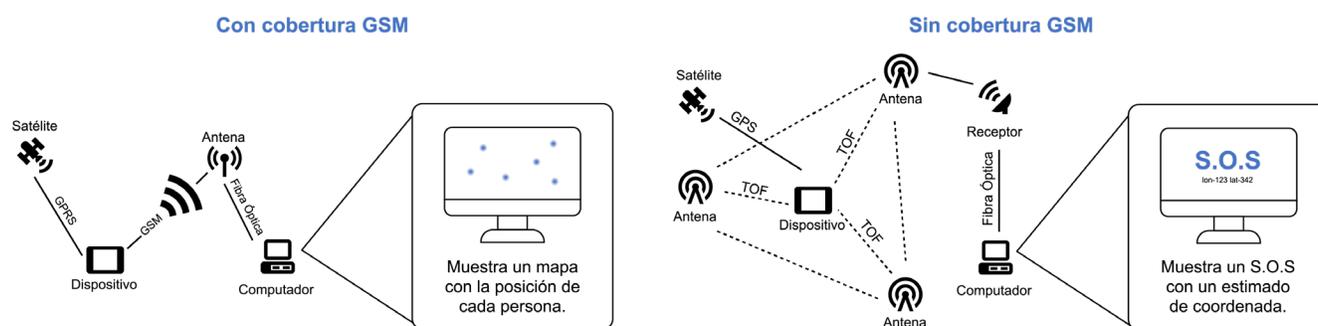


Fig. 2. Gráfico de la arquitectura del ecosistema.

Se decidió emplear materiales como el polímero ABS para la fabricación de la carcasa, cintas de Kevlar para la banda de ajuste y policarbonato para difusores de luz. En cuanto a componentes, el prototipo funcional emplea un módulo GSM/GPRS SIM7600A-Hm, un Arduino micro y una batería de litio-polímero.

La fabricación del dispositivo se propone realizarla por medio de inyección para todas las piezas basadas en ABS, además de la inclusión de maquinado para el policarbonato [17] y cortado para las bandas de Kevlar [18][19]. En la figura 3, se muestra el proceso en el que el producto es fabricado.

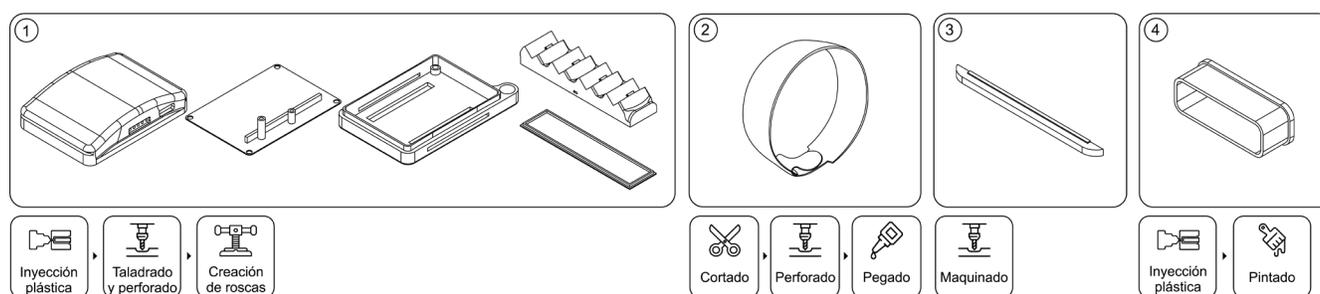


Fig. 3. Fabricación del dispositivo.

Con el objetivo de validar la usabilidad del producto, se realizaron pruebas de usabilidad y ergonomía que develaron la facilidad y comodidad del sistema de combinación de botones en caso de emergencia. También, se identificó la necesidad de mejorar la experiencia de colocación y la posibilidad de crear sistemas de ajustes alternativos.



Dispositivo colocado

Activación del modo emergencia

Fig. 4. Prototipo volumétrico colocado y presionado de botones.

Las pruebas KANO y de percepción mostraron deseabilidad por varias funciones y características estéticas presentes en el dispositivo.

Previo a la definición del plan de implementación, se realizó un análisis de escenarios para identificar distintas variables; la primera de estas fue el posicionamiento del producto, el cual se identificó como un producto disruptivo en corto plazo, especializado a mediano plazo y líder a largo plazo, aprovechando la novedad de este para establecerse antes de que la competencia llegue al mercado.

Otra variable evaluada es el punto de venta, el cual puede ser realizado bajo contrato o desarrollado en conjunto con los administradores del sistema para las áreas protegidas. En cuanto a la variable de distribución, se decidió alcanzar a todo Costa Rica en conjunto con un empaque que sea capaz de movilizar la mayor cantidad de dispositivos en un solo envío posible, buscando la mayor densidad de producto en el embalaje. Finalmente, se identificó que, en

cuanto a soportes gráficos, principalmente, se requiere desarrollar un manual de mantenimiento y guías de uso para comunicar toda la información necesaria a los administradores de áreas protegidas.

En cuanto al plan piloto, en el proyecto se evaluaron seis parques nacionales con características que podrían poner a prueba el funcionamiento del dispositivo. La decisión final fue utilizar el Parque Nacional Manuel Antonio ubicado en la costa Pacífico central de Costa Rica, debido a una menor variedad de actividades de riesgo en conjunto y con la mayor visitación del país [3]; además, todo el parque se encuentra dentro del distrito de Quepos, por lo que la cobertura móvil es más consistente [20]. En la figura 5, se describe en detalle el plan piloto a lo largo del tiempo, con un tiempo máximo estimado de implementación de hasta 5 años.

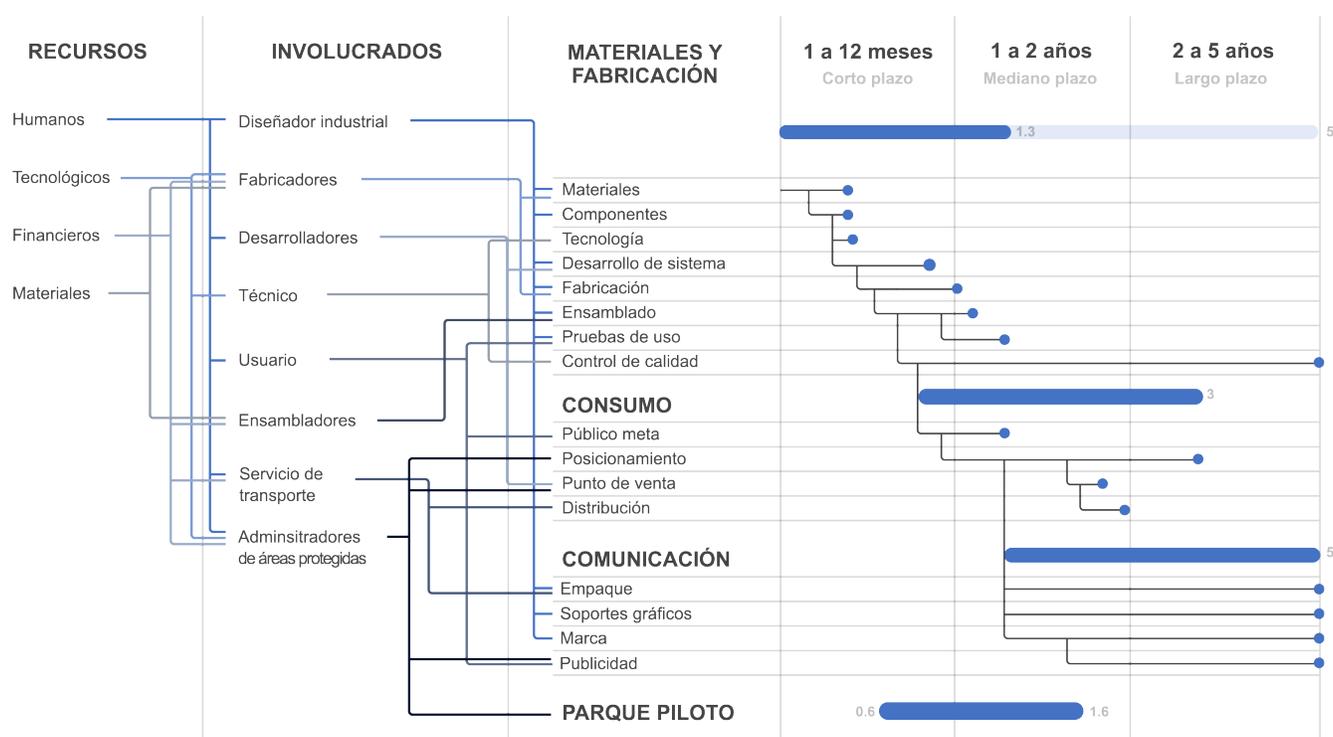


Fig. 5. Plan de implementación.

Discusión

A diferencia de las soluciones ya presentes en el mercado, la propuesta cuenta con la capacidad de transferir información en tiempo real, para que los guardaparques puedan reaccionar de manera rápida a incidentes. Además, presenta características comunes en productos de rastreo, permitiendo la viabilidad del producto en programas de cuerpos gestores como el SINAC. Por otra parte, tanto el mantenimiento como la adaptabilidad a la mayor cantidad de personas dentro del rango de edades propuesto fue contemplada, evitando, en la medida de lo posible, introducir nuevos pasos al proceso de visitación, debido a que estos podrían

disminuir la productividad del parque, requerir de nuevo personal especializado o incluso disminuir la motivación de los usuarios a visitar. Además, si aumenta la inversión necesaria para administrar el parque, la solución podría ser un inconveniente para ellos.

La solución de diseño debe ser puesta a prueba extensivamente en un parque nacional piloto, antes de utilizarse en todo el país. Los criterios de selección del parque deben incluir características como visitación, tamaño, cobertura móvil, entre otros. Tomando estos criterios en cuenta, durante la realización del plan piloto, se seleccionó el Parque Nacional Manuel Antonio como la mejor opción, debido a la gran visitación, tamaño físico reducido en comparación con otras áreas protegidas, buena cobertura móvil y una cantidad menor de actividades de alto riesgo que realizan sus visitantes.

Un problema identificado en la solución durante las pruebas es el sistema de ajuste en cuestiones de facilidad, cuando el usuario tiene que colocarse el dispositivo él mismo, por lo que se requiere un rediseño que optimice dicha interacción. Durante las pruebas KANO, también se logró identificar puntos de mejora o por reevaluar en el producto, ya que dos de sus características resultaron notablemente neutras o negativas, entre estas, se encontraban la banda de ajuste de velcro y el sistema de emergencia.

Conclusiones

Las soluciones del mercado suelen ser de mayor precio y requieren que los usuarios deliberadamente compren los dispositivos; no existe una solución de bajo precio y simple que permita a administradores distribuirlas a todos los usuarios que acceden al parque, por lo que la información que estos dispositivos generan es de uso personal únicamente.

La solución alcanzada en este proyecto cumple con requisitos y objetivos propuestos previamente, entre ellos: que pueda ser utilizado sin afectar la experiencia de los usuarios, a través de un producto compacto y cómodo que no distraiga a las personas. Esto se logró a través de una combinación del análisis ergonómico para localizar la mejor posición en el cuerpo y un profundo análisis tecnológico, con el fin de identificar las mejores tecnologías presentes en el mercado y cómo hacerlas funcionar en el espacio más compacto antes de iniciar el diseño del producto.

Además, un objetivo importante del proyecto era planificar cómo introducir la propuesta del dispositivo en una zona protegida; esto se definió a través de la decisión de tener una distribución directa con los entes gestores y no un producto de mercado general, debido a la naturaleza especializada del producto. Una propuesta de plan estratégico fue diseñada alrededor del Parque Nacional Manuel Antonio, de manera que el producto pueda ser introducido y probado en un entorno real para obtener suficiente información de rendimiento y poder iterar sobre este, así como conocer su viabilidad.

Parte importante del sistema propuesto es la relacionada a la infraestructura digital, esta debe ser abordada por un profesional del área antes de promover el producto a la etapa de pruebas en un parque piloto. Además, la interfaz con la que tendrán que interactuar los guardaparques deberá ser desarrollada por un diseñador de UX/UI distinto, por lo que existe todavía un gran espacio de desarrollo para esta solución que no se ve definida en este proyecto.

Referencias

- [1] C. Bremner, "Top Three Travel Trends for 2023," 20 de febrero de 2023. [Online], Disponible: euromonitor.com
- [2] T. W. Heggie, "Reported fatal and non-fatal incidents involving tourists in Hawaii Volcanoes National Park, 1992-2002," *Travel Medicine and Infectious Disease*, vol. 3, (3), pág. 123-31, 2005. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/reported->
- [3] M. Nuñez-Chacon, "Parques nacionales representan un fuerte impulso para economía nacional", Seminario Universidad. 12 de marzo de 2022. [Online], Disponible: semanariouniversidad.com/pais
- [4] SINAC, "Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica 2020"; SINAC: Costa Rica, 20 de agosto de 2020, <http://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/%C3%81reas%20Silvestres%20Protegidas%20de%20Costa%20Rica.rar> (3 de setiembre de 2022).
- [5] J. Lara, "Parques nacionales sufren su 'crisis más seria', recalca nuevo jerarca del MINAE", *La Nación*. 12 de marzo de 2022. [Online], Disponible: nacion.com
- [6] D. Kaplan, "Making National Parks 'Smart' Could Be Key to Their Sustainability", *Sustainable Brands*. 12 de marzo de 2022. [Online], Disponible: sustainablebrands.com
- [7] L. Rickard, "Mountains and Handrails: Linking Theories of Attribution, Risk Perception, and Communication to Investigate Risk Management in Three U.S. National Parks." Orden No. 3530992, Cornell University, Ann Arbor, 2012.
- [8] N. Reigner et al, "Adaptive Management of Visitor Use on Half Dome, An Example of Effectiveness," *Journal of Park and Recreation Administration*, vol. 30, (3), 2012. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/adaptive-management-visitor-use-on-half-dome/docview/1730141417/se-2?accountid=27651>.
- [9] L. Petrić y A. Mandić, "Visitor management tools for protected areas focused on sustainable tourism development: the Croatian experience," vol. 13, núm. 6, pág. 1483–1495, 2014.
- [10] M. Carvache-Franco, A. Perez-Orozco, O. Carvache-Franco, A. Viquez-Paniagua, y W. Carvache-Franco, "The Perceived Value in Ecotourism Related to Satisfaction and Loyalty: A Study from Costa Rica," vol. 24, núm. 3, pág. 229–243, 2020, DOI: 10.5937/gp24-25082.

- [11] National Park Service, “Using GPS Units to Understand Where Backpackers Travel in Denali National Park,” vol. 20, núm. 1, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://www.nps.gov/articles/000/aps-20-1-10.htm>.
- [12] E. B. and M. School, “Curso Design Thinking: Por qué hacerlo, ventajas y aplicaciones,” 2018. <https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/por-que-hacer-un-curso-de-design-thinking-ventajas-y-aplicaciones> [Accesado el 3 de setiembre de 2022].
- [13] A. Coronel, “Sistema del producto modelo IMDI,” 2011. https://issuu.com/albertocoroneldi/docs/cuadernillo_sist_prod [Accesado el 3 de setiembre de 2022].
- [14] M. Trujillo Suárez, J. J. Aguilar, y C. Neira, “Los métodos más característicos del diseño centrado en el usuario -DCU-, adaptados para el desarrollo de productos materiales,” vol. 12, núm. 19, pág. 215–236, 2016, doi: 10.18566/iconofact.v12.n19.a09.
- [15] H. Min, J. Yun, and Y. Geum, “Analyzing Dynamic Change in Customer Requirements: An Approach Using Review-Based Kano Analysis,” *Sustainability*, vol. 10, no. 3, p. 746, Mar. 2018, doi: 10.3390/su10030746.
- [16] R. Avila-Chaurand, L. Prado-León, y E. González-Muñoz, *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile*. 2007.
- [17] Curbell Plastics, “Lighting & Light Management”, 2022. [En línea]. Disponible en: curbellplastics.com [Accesado el 24 de setiembre de 2022].
- [18] Dupont, “¿Qué es Kevlar®?”, 2022. [En línea]. Disponible en: dupont.mx [Accesado el 24 de setiembre de 2022].
- [19] Bally Ribbon Mills, “Kevlar® Tapes and Webbing”, 2022. [En línea]. Disponible en: ballyribbon.com [Accesado el 24 de setiembre de 2022].
- [20] SUTEL, “Mapas de calidad”, 2021. [En línea]. Disponible en: sutel.go.cr [Accesado el 3 de setiembre de 2022].



OCTAVIO, un compañero para tratar la ansiedad en perros

OCTAVIO, a companion to treat anxiety in dogs

Ivone Sánchez-Rodríguez¹, Jairo Gutiérrez-Arévalo², Lucía Jiménez-Abarca³

I. Sánchez-Rodríguez, J. Gutiérrez-Arévalo, L. Jiménez-Abarca "OCTAVIO, un compañero para tratar la ansiedad en perros", IDI+, vol. 6, no 1, Jul., pp. 33-46, 2023.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v6i1.6813>

Fecha de recepción: 18 de noviembre de 2022

Fecha de aprobación: 14 de junio de 2023

1. Ivone Sánchez-Rodríguez
Estudiante de Ingeniería en
Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
ivonne030202@gmail.com
 0000-0001-7920-5217

2. Jairo Gutiérrez-Arévalo
Estudiante de Ingeniería en
Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
jairo.gutierrezare@gmail.com
 0000-0002-4534-9930

3. Lucía Jiménez-Abarca
Estudiante de Ingeniería en
Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
jimenezlucia2002@gmail.com
 0000-0002-2731-5147

Resumen

La ansiedad en las mascotas es una realidad que la mayoría de los dueños, específicamente de perros, tienen que afrontar día con día. Es importante entender que dichos animales también pueden tener fobias o miedos, que puedan generar estos tipos de comportamientos ansiosos, los cuales no solo afectan al canino, sino también al dueño.

A partir de lo anterior, con base en el problema identificado, se realiza y aplica una metodología de la Escuela de Diseño Industrial centrada en los usuarios, los cuales son dos: los dueños de mascotas y las propias mascotas. Con respecto a la metodología usada, se debió adaptarla; debido a que, al tratar con mascotas, a estas no se les pudo entrevistar como tal, por lo que la técnica usada para documentar comportamientos, pruebas y sus resultados fue la observación. El proceso tuvo como principales etapas: la exploración y entendimiento de la problemática; el desarrollo de ideas y soluciones; decisión y conceptualización de la idea; detallado técnico, prototipado de la propuesta y, por último, pruebas con usuarios.

Como resultados principales, se encuentra que los animales con problemas de ansiedad y fobias pueden ser tratados mediante juguetes que fomenten el gasto de su energía, sonidos que generan calma en ellos y, por último, un juguete que les dé seguridad por medio de un “abrazo” en la espalda y pecho. A partir de estas conclusiones, se llevó a cabo la construcción y conceptualización de OCTAVIO, un juguete que reduce la ansiedad en perros y combate la fobia a sonidos o traumas fuertes que presente el animal.

Palabras clave

Ansiedad; separación; fobia; juguete; perro.

Abstract

Anxiety in our pets is a reality that most owners, specifically dogs, have to face every day. It is important to understand that dogs can also have phobias or fears, which can generate these types of anxious behaviors that affect not only the canine but also the owner.

Based on the problem identified, we carry out and apply a design methodology of the Industrial Design School focused on our users, which are two: pet owners and the pets themselves. Regarding the methodology used, we had to adapt it because when dealing with pets, they could not be interviewed as such, so the most we used to document behaviors, tests, and their results was observation. The main stages of the process were: exploration and understanding of the problem, development of ideas and solutions, decision and conceptualization of the idea, technical detail, prototyping of the proposal, and final user tests.

As main result, we found that animals with anxiety and phobias can be treated with toys that encourage the expenditure of their energy, sounds that calm them down and finally, a toy that gives them security through a "hug" on his back and chest. Based on these conclusions, the construction and conceptualization of OCTAVIO was carried out, a toy that reduces anxiety in dogs and combats the phobia of sounds or strong traumas that our dog may have.

Keywords

Anxiety; separation; phobia; toy; dog.

Introducción

Según [1], los comportamientos anormales en los perros, tales como la ansiedad, miedo o agresión, son cada vez más frecuentes y de mayor magnitud. Muchas veces, se tiene la creencia errónea de que el mal comportamiento de las mascotas, específicamente los canes, está asociado a la falta de entrenamiento. Así mismo, se cree que problemas como la ansiedad en estos animales son difíciles de tratar, debido a la desinformación acerca de estos temas. Es sabido que los dueños siempre van a querer lo mejor para su mascota, pero tratar la ansiedad en perros resulta algo difícil. Ya que no se tiene la información ni herramientas necesarias para tratar estos episodios ansiosos.

Un estudio clínico [2] muestra que los animales con una marcada conducta social, como los perros, desarrollan el comportamiento denominado alelomimético. Lo cual facilita su capacidad de socialización y adhesión con diferentes individuos. Por esta razón, resulta sencillo establecer vínculos emocionales con este tipo de mascotas. Sin embargo, esto puede resultar contradictorio, ya que desencadena una dependencia del perro hacia el dueño. Esta dependencia provoca un trastorno de comportamiento conocido como ansiedad por separación. La cual se presenta muy seguido cuando el perro no puede estar cerca o en contacto con su dueño, por ejemplo, cuando este sale de casa. Las conductas ansiosas más comunes ante dichas situaciones son: conductas exploratorias, destructivas y vocalizaciones como aullidos y ladridos [3].

Existen otros factores que pueden desencadenar el comportamiento ansioso de los perros. Los miedos son de las principales y más comunes causas de la ansiedad en ellos. Según un estudio [3], el miedo es una respuesta de autoprotección ante estímulos potencialmente perjudiciales. Y este puede demostrarse a través de conductas como inmovilidad, huida o ataque. Aunque el miedo sea una reacción natural en los perros, suele convertirse en un problema para el bienestar animal. Esto debido a que las reacciones son provocadas por estímulos no peligrosos y se vuelven excesivas e intensas.

Otro de los factores que se encuentran ligados al comportamiento ansioso de los perros es la poca actividad física. Un estudio [4] realizado en Costa Rica indica que alrededor de un

42% de la población del Gran Área Metropolitana (GAM), y 52% fuera del GAM, nunca sacan a pasear a su perro. Esta clase de entornos y rutinas sedentarias influye mucho en la salud física y mental de la mascota. Además, de acuerdo con [5], la actividad física influye sobre los niveles de serotonina y el mantenimiento del peso del perro, además de ayudar a rebajar los niveles de ansiedad y destructividad de la mascota en casa. En un artículo [6], se encontró que los perros que realizaban menos ejercicio tenían mayor predisposición a presentar síntomas de ansiedad.

Con respecto al tratamiento de los síntomas de ansiedad en perros, [6] menciona el uso de sonidos para introducir al animal a un proceso de desensibilización sistemática. Además de proporcionarle al perro una zona segura frente al estímulo de ansiedad. También existen otros tratamientos más naturales, como la aromaterapia. En cuanto a [7], la aromaterapia se usa frecuentemente para tratar problemas de hiperactividad, miedo y ansiedad. Se utilizan aceites como ClarySage para calmar los nervios, el miedo y sentimientos de pánico. Además, la lavanda se emplea para relajar la mente y reducir la hiperactividad.

Cabe mencionar que existen en el mercado distintos productos que tratan la ansiedad en perros. Algunos emplean tratamientos ya mencionados, como es el caso del collar de perros calmante [8] que usa aromaterapia para relajarlo o RelaxoPet [9], que consiste en un reproductor de sonidos (audibles o inaudibles) que le proporcionan relajación a la mascota. Existen otros productos que utilizan métodos diferentes, como es el caso de Thundershirt [10], el cual consiste en un chaleco que ejerce presión en la zona del tórax, haciendo que el perro de forma natural, se relaje y se sienta más seguro al sentirse “abrazado”. También está el Wickedbone [11], este puede saltar, rodar y agitarse, controlado mediante una aplicación, y su propósito es promover la actividad física del animal.

Debido a la problemática mencionada anteriormente, acerca de la salud mental y física de los perros, se plantea la necesidad de crear un producto con funciones prácticas e inteligentes. Al respecto, se puede definir objeto inteligente de la siguiente forma:

Un objeto de uso cotidiano que interactúa con otros productos, personas y sistemas de tecnologías de información en formas totalmente nuevas, perciben mediante sensores una situación en un contexto-entorno y es capaz de interpretar dicha información basándose en algoritmos para actuar en consecuencia, con cierto nivel de autonomía, y mejorar la experiencia del usuario. [12].

El enfoque de diseño en este proyecto se basa en querer darle el apoyo que necesitan los dueños de perros, quienes sufren cuando ven que sus mascotas están mal y no saben qué hacer para calmarlas. Asimismo, motivar a los usuarios a cuidar y preocuparse por la salud tanto física como emocional de sus mascotas.

Metodología

La metodología de la Escuela de Diseño Industrial del TEC fue utilizada para el desarrollo de OCTAVIO. Desde la identificación de las oportunidades de diseño en áreas en tendencia actual, hasta la configuración definitiva de la solución con las especificaciones para la producción. Dicho método se encuentra dividido en las siguientes etapas:

Etapa 1: Conceptualizando la idea

Se inició con el proceso de la búsqueda de oportunidades de diseño en tendencias del 2022, dando un enfoque genérico de posibles *gadgets* que pueden surgir en las áreas detectadas. De ahí surgió la idea de trabajar el proyecto con perros que presentan problemas de ansiedad.

Se procedió a realizar una recopilación de datos para definir el contexto, usuario y entorno, basándose en datos relevantes que fundamenten la problemática. Además, se estudiaron causas de ansiedad en perros, consecuencias, lugares donde permanecen durante el día, cómo la actividad física influye en los niveles de ansiedad de la mascota y la relación de la ansiedad con la edad de esta. En este punto, se visualizaron comportamientos más ansiosos en los caninos jóvenes y ancianos. Se continuó con un análisis sobre lo existente en el mercado de productos enfocados en problemas similares. Se definió el tamaño del mercado tomando en cuenta la edad de las mascotas y la población de perros a nivel de Costa Rica.

Se plantearon cuatro personas involucradas: el perrihijo, la *dog mom*, el veterinario y la cuidadora. Se procedió con una investigación etnográfica haciendo uso de las técnicas de observación a perros y entrevistas a dueños. Finalmente, se definió el problema y cómo se espera llegar a una solución. A partir del desarrollo e investigación en esta etapa, se pudo finalizar con un listado de requisitos y requerimientos para el producto por desarrollar.

Etapa 2: Definiendo la forma

Para esta etapa, se desarrolló un análisis ergonómico a nivel físico y cognitivo; tomando en cuenta las medidas antropométricas según su raza, movilidad, fuerza, espectro visible para los perros e iconografía que podría poseer el producto. Después, se continúa con un análisis perceptual de cómo se espera que se vea. Para el concepto de diseño, se describió el producto esperado mediante un infográfico con objetivos, expectativas, alcance y definición de características físicas. Además, se procedió con el dibujo de varias ideas en las que se finaliza con la selección de una propuesta por medio del uso de los requisitos como criterios de evaluación. Finalmente, se realizó el modelado 3D de la propuesta elegida con las mejoras indicadas.

Etapa 3: Definiendo la funcionalidad

En esta etapa, se hizo una comprobación de la funcionalidad y la interacción del producto. Para ello, se definieron tanto funciones prácticas como inteligentes. Se realizó un análisis de

la tecnología por utilizar. Además, se estudiaron los principios de funcionamiento. Se dividió el sistema OCTAVIO en subsistemas y componentes. Finalmente, se llevó a cabo una primera iteración de maquetas funcionales, una del funcionamiento electrónico y otra del modelo volumétrico. Este estudio permitió visualizar la efectividad del producto con las dimensiones planteadas inicialmente.

Etapa 4: Comprobando la solución

Se definió la propuesta definitiva del prototipo, iniciando con la estructuración del proceso de manufactura por utilizar. También, se terminó con la validación y análisis del prototipo con usuarios, tomando en cuenta a perros de diferentes tamaños y a sus dueños. Estos ayudaron a describir cómo fue el comportamiento de sus mascotas y cómo es la interacción del producto con ellos, ya que también están involucrados en el proceso de uso.

Etapa 5: Documentando el resultado

La etapa final consistió en la elaboración de un cuaderno técnico con las especificaciones del producto para la futura elaboración. Se inició con una descripción general del producto y su funcionamiento. En este documento se incluyó la arquitectura del sistema, planos técnicos, materiales, hojas técnicas de componentes normalizados, programación y manual de usuario.

Resultados

Con base en la metodología planteada anteriormente, se decidió tratar el problema mediante el diseño de un juguete que pueda acompañar a la mascota cuando esta se encuentre sola, creando un vínculo emocional que la haga sentirse segura y que sea un medio para que el perro afronte las fobias que presenta. Esto se logró mediante la implementación de funciones prácticas en el producto, tomando en cuenta la cromática, elección de materiales, dimensiones y modo de uso. Reforzado con la utilización de aceites esenciales como tratamiento natural contra la ansiedad.

Además, se planteó como un producto que permita al perro realizar actividad física, disminuyendo así su nivel de ansiedad. Lo cual se consiguió mediante la implementación de funciones inteligentes, como el modo carrito y la terapia de sonido.

Funciones prácticas

Se implementó la aromaterapia como función práctica del *gadget*. Ya que, tanto en investigaciones como entrevistas con médicos veterinarios, se evidencia la eficacia de este método para tratar síntomas de ansiedad en perros. Los métodos de aplicación de esta técnica de relajación pueden ser mediante la aplicación local o por inhalación [13]. En este caso, se emplea el método de inhalación, donde se proporcionan pequeños fragmentos de tela (mejillas del pulpo) para que pueda absorber los aceites (véase figura 1).

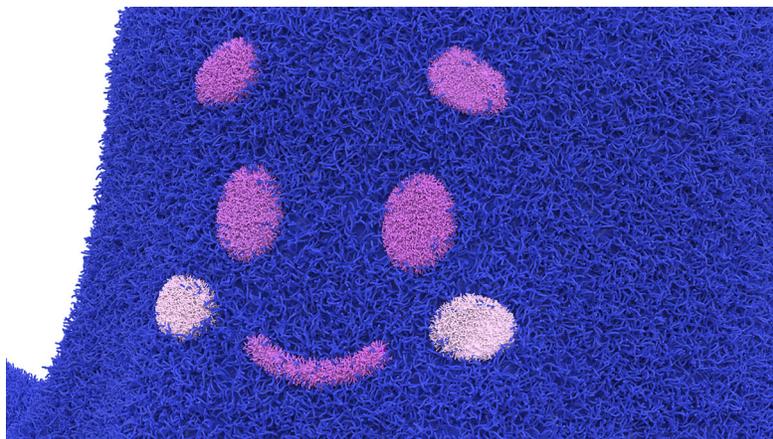


Fig. 1. Mejillas de tela absorbente para aceites esenciales

Ahora bien, con respecto a la cromática del producto diseñado, los perros no tienen el mismo grado de visión y distinción de colores que los humanos. Según [14], los perros son capaces de distinguir matices de azul, amarillo y gris. Por ello, los colores azul y amarillo se aplican al producto diseñado. El objetivo es que el perro pueda distinguir el juguete de entre todos los objetos dentro de una habitación y que le resulte un artefacto llamativo que desee utilizar.

Otra funcionalidad es la del abrazo mediante el uso de los tentáculos del pulpo. El propósito de estos es que puedan rodear a la mascota, simulando un abrazo. Se implementa esta funcionalidad, ya que se quería recrear el afecto que le da el dueño a su mascota. Asimismo, se pretendió con esto que la mascota logre crear un vínculo emocional con el producto, y poder asociarlo así con estímulos positivos.

Para la creación del peluche, se implementaron los materiales de velcro para los tentáculos y la parte superior de la cabeza; tela tipo peluche que recubre todo el cuerpo del pulpo y espuma para darle forma y relleno. El pulpo contiene por dentro, una caja con componentes electrónicos que permiten la reproducción de sonidos, entre ellos, un interruptor para encender la bocina, *Mini Breadboard*, *mini MP3 Player*, parlante por el cual reproduce música, baterías 6V y soporte de baterías. Por otro lado, el carrito posee una carcasa que cubre los componentes electrónicos, hecha en MDF de 3 cm, material elegido por ser ligero y tener un precio accesible. Además, se utilizó la base de un carro de juguete de control remoto para colocar los componentes electrónicos y usar el sistema de las ruedas (véase figura 2).



Fig. 2. Explosivo de partes del peluche.

Por otro lado, el carrito en el interior posee los componentes eléctricos que permiten la movilidad de este, entre ellos, cables, soporte de baterías, motores DC, baterías AA 1,5V, Arduino UNO, *breadboard*, HC-06 módulo Bluetooth, batería recargable de 9v y *driver* puente H. Vale recalcar que las funcionalidades de andar y reproducir sonidos se programaron por medio de Arduino (véase figura 3).

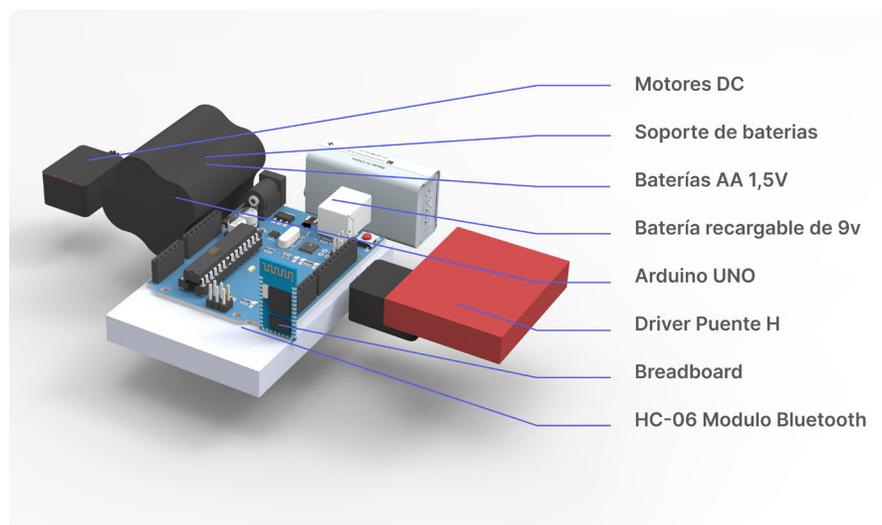


Fig. 3. Componentes electrónicos del carrito

Las dimensiones del pulpo, tanto de la cabeza como de tentáculos, se basaron en las medidas antropométricas de perros grandes, tomando en cuenta que el largo de dos tentáculos y la cabeza del pulpo debían ser lo suficientemente grandes para rodear el cuerpo del perro. Además, si las medidas son amplias para el perro, los tentáculos poseen varios velcros para ajustarlo al tamaño de la mascota.

Funciones inteligentes

En primera instancia, se encuentra el denominado “modo carrito”, que consiste, básicamente, en un sistema de ruedas. Este se planteó con el propósito de aumentar la actividad física de la mascota, ya que se ha demostrado que el sedentarismo, específicamente en perros, es un problema que afecta a casi la mitad de la población de canes en Costa Rica [4]. El objetivo de este sistema es que el perro pueda perseguir al juguete en movimiento. De este modo, la mascota podrá realizar actividad física sin la necesidad de salir de casa, lo cual resulta conveniente para los dueños que no suelen tener tiempo para pasear a su mascota.

Este sistema se diseñó de manera que el dueño tuviera igualmente una interacción con el producto. Ya que estas ruedas se controlan mediante una aplicación, que el dueño del perro deberá descargar para hacer uso de las funciones inteligentes. Para manejar el juguete, el celular debe estar conectado al Bluetooth de OCTAVIO. En la figura 4, se muestra una previsualización de esta.



Fig. 4. Aplicación del juguete inteligente OCTAVIO

La segunda función inteligente incorporada es la reproducción de sonidos, para la aplicación de la musicoterapia. Se consideraron las recomendaciones de [6], empleando un volumen bajo y moderado, aumentando el volumen de manera gradual. Como ya se había mencionado, la terapia de sonido es muy recomendable en perros que padecen de ansiedad o fobias. Con esto se pretende que el animal pueda enfrentar alguna situación que le produzca miedo o estrés, mediante estímulos positivos como la música. Al igual que el “modo carrito”, el sistema de sonido se puede controlar mediante la aplicación (ver figura 1), aunque también posee un botón para realizarlo de forma manual.

Modo de uso

A OCTAVIO lo componen cuatro grandes partes: el peluche, las ruedas, baterías y dos fundas de reemplazo. Para el modo de abrazo, primero, el peluche deberá colocarse encima de la mascota, por la parte de la espalda. Seguido a esto, el dueño deberá rodear al perro con los tentáculos del peluche, entrelazándolos y uniéndolos con el velcro en pares (véase figura 5).



Fig 5. Cómo colocar OCTAVIO en tu mascota

Para el modo carrito, el usuario deberá descargar una aplicación para el uso del juguete. Luego, deberá encajar el peluche con el carrito, por medio de los pines macho y hembra que poseen ambas partes. Una vez asegurado el peluche con el carro, sus tentáculos se deberán pegar a su cabeza, de forma que no traben las llantas al andar. Como último paso, el dueño ingresa a la aplicación para controlar el carrito. Además, por medio de la misma aplicación, podrá accionar los sonidos relajantes que posee el juguete (véase figura 6).



Fig 6. Cómo colocar el carrito a OCTAVIO

Discusión

Con el diseño de OCTAVIO, se pretende obtener un compañero para la mascota que le ayudará a afrontar episodios de ansiedad por separación y fobias. Respecto a lo existente en el mercado, es cierto que hay productos para tratar comportamientos de ansiedad, no obstante, todos ellos están hechos para tratar un tipo de ansiedad específica. Como es el caso de Thundershirt [10] y RelaxoPet [9], que fueron creados para tratar síntomas de ansiedad canina relacionados a las fobias. O Wickedbone [11] que busca disminuir la ansiedad del perro mediante la actividad física dentro de casa.

Sin embargo, OCTAVIO logra tratar los distintos tipos de ansiedad (ansiedad por separación, por fobias, sedentarismo) mediante sus diferentes funciones. Cabe resaltar que ningún otro producto logra generar un vínculo emocional con el perro y, al mismo tiempo, le ayuda a afrontar y disminuir su comportamiento ansioso.

Además, OCTAVIO posee funciones en las que no es necesario tener presente al dueño para su correcto funcionamiento. Como la reproducción de sonidos relajantes, que se puede activar desde el celular. Asimismo, está el “modo abrazo” (véase figura 7) que permite generar el sentimiento de seguridad y compañía en la mascota, pensando en los usuarios que deben dejar a sus mascotas solas. El “modo carrito” permite que la mascota pueda realizar actividad física dentro de casa. Y tiene la opción de implementar aromaterapia para que el perro pueda relajarse.

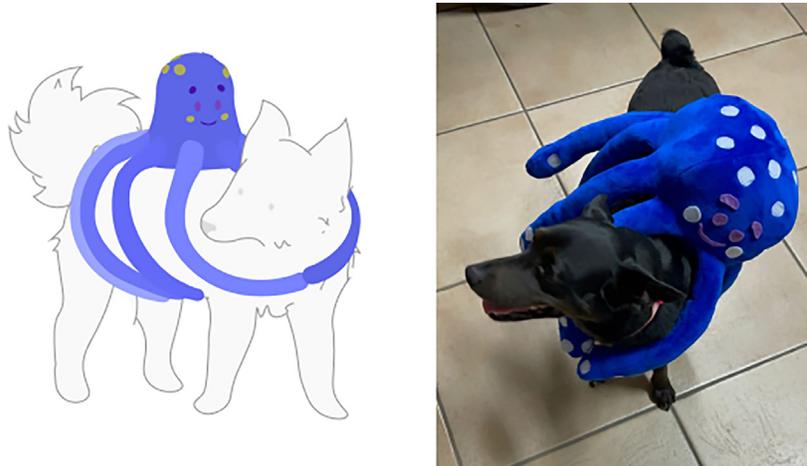


Fig. 7. Modo abrazo del juguete OCTAVIO.

Por otra parte, se realizaron pruebas en usuarios, con el propósito de evaluar las funciones ya mencionadas del producto. En relación con el comportamiento de los perros, estos se sentían atraídos por el carrito cuando estaba en movimiento. Jugaron sin problemas con el producto y no mostraron incomodidad o temor al estar cerca de OCTAVIO. Con respecto a la experiencia de los dueños de los perros, estos afirmaron que el producto les resultaba fácil e intuitivo de manipular. Además, comentaron que la apariencia amigable de OCTAVIO les genera una buena sensación.

Para futuras investigaciones, queda pendiente la implementación de otro mecanismo de unión al momento de emplear el “modo abrazo” con el perro. Puesto que, en las pruebas, el velcro no tuvo tanta efectividad al estar mojado con la saliva de los perros. Asimismo, mejorar las proporciones del pulpo, de modo que se distribuya adecuadamente el peso sobre la espalda del perro.

Conclusiones

Se creó una experiencia de inicio a fin al diseñar a OCTAVIO, el proceso de diseño basado en el usuario se centra en las necesidades de este, sin dejar nada por fuera. Se quiso crear un producto que tuviera esa disposición por cuidar al usuario en todo sentido y generar una solución a un problema real. El diseño consiste en facilitar la vida de los usuarios y OCTAVIO incursiona en la innovación y solución.

Por su parte, el *Design Thinking*, centralizado en el usuario, se utilizó para llevar una solución a los usuarios: los perros con problemas de ansiedad y fobia. Mediante la observación, se comprendió que OCTAVIO debía ser un compañero para las mascotas más que solamente un juguete; debía cumplir de igual manera con una buena usabilidad y experiencia de uso por parte no solo del perro, sino también de su dueño. Este principio generó un gran impacto en

ambos de los usuarios, creando un juguete de fácil uso y agradable para quien lo utilizara.

Gracias al proceso de diseño, se comprendió también que una buena experiencia no termina con que el producto o el juguete sea fácil de usar y agradable a la vista, sino también entender que temas como la vida útil del producto y la seguridad de este se debían contemplar. Por lo cual, se tomó en cuenta que OCTAVIO utilizara materiales seguros y no tóxicos para el perro; además, se tiene la posibilidad de cambiar la funda de peluche, con el fin de alargar la vida útil del producto. En conjunto, todas estas soluciones y etapas del proceso de diseño lograron crear un producto potenciado en su construcción.

Al aplicar la observación, estudiar de cerca a los usuarios, los perros y sus dueños, se logró entender que la comodidad era un factor de suma importancia; este es esencial para que un juguete como OCTAVIO logre cumplir con su función de eliminar o reducir la ansiedad y fobia de un perro. Además, se notó con importancia que el estado del dueño también afecta a su mascota, por lo que también se entendió que una fácil aplicación y un buen resultado por parte del juguete formaban parte protagonista en el flujo de utilización del juguete.

Como última conclusión, se logran obtener resultados muy favorables en términos de reducción de ansiedad en perros y sus fobias. Se presenció cómo un perro con ansiedad lograba tomar la calma cuando el juguete estaba en modo carrito y este podía jugar tranquilamente con OCTAVIO. También se capta y entiende que, cuando el juguete abraza al perro, este siente un vínculo de protección que resulta calmante y, para complementar, el sonido que genera OCTAVIO terminó de crear esa experiencia de inicio a fin del producto.

Referencias

- [1] F. Desachy, *Los trastornos del comportamiento en el perro*. Editorial De Vecchi, 2016. Accedido el 17 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QHJrDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT8&dq=perro+dueño+relaciones&ots=iT1tmun0UO&sig=3eiRY_ZsU8z7HMYXm8iS111ze xY#v=onepage&q=perro%20dueño%20relaciones&f=false
- [2] M. Líbañez y B. Anzola, "CASO CLÍNICO N° 5" Caso Clínico, oct. 2009. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/profile/Bernadette-Anzola-Delgado/publication/267679003_Sindrome_de_Ansiedad_por_Separacion/links/54eb1e550cf27a6de116f583/Sindrome-de-Ansiedad-por-Separacion.pdf
- [3] G. Barrera, et al. "Problemas de comportamiento en los perros domésticos (canis familiaris): aportes de la psicología del aprendizaje", *Revista de Psicología*, vol. XVIII, no 2, pp. 123-146, 2009. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/264/26412983007.pdf>
- [4] World Animal Protection. "Estudio nacional sobre tenencia de perros en Costa Rica 2016". *issuu*. <https://issuu.com/wspalatam/docs/estudioperros-web-singles> (Consultado

13, ago., 2022).

- [5] World Animal Protection. "Estudio nacional sobre tenencia de perros en Costa Rica 2016". issuu. <https://issuu.com/wspalatam/docs/estudioperros-web-singles> (Consultado 13, ago., 2022).
- [6] J. A. Sánchez-Salcedo y G. Fernández-Aparicio, "Fobia al ruido en perros: Neurofisiología, diagnóstico y tratamiento", *Revista electrónica de Veterinaria*, vol. 18, n.º 11, pp. 1–13, 2017. Accedido el 17 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653574002>
- [7] M. Hernándezjiménez, "Estrés en perros de terapia asistida", Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, 2017. Accedido el 19 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/66294>
- [8] Collar de Perro Calmante, Collar Impermeable Ajustable Para Calmar Eficazmente la Ansiedad Del Perro, 30 Días de Duración Seguro Tóxico Protege la Salud Física y Mental De Los Perros (62cm) : Amazon.es: Productos para mascotas. Amazon.es. https://www.amazon.es/Calmante-Impermea-Bleajustable-Eficazmente-Ansiedad/dp/B08DJ7XD81/ref=sr_1_3?keywords=perro+ansiedad&qid=1660322410&sr=8-3 (Consultado 15 ago., 2022).
- [9] Sistema de relajación EASY. RelaxoPet. <https://es.relaxopet.com/easy-entspannungs-system/> (Consultado de ago, 2022).
- [10] Análisis: Camiseta antiansiedad para perros. Tiendanimal <https://www.tiendanimal.es/articulos/analisis-camiseta-antiansiedad-para-perros/> (Consultado 15, ago., 2022).
- [11] Wickedbone Juguete inteligente para perros conocido de YouTube | Hueso interactivo para perros pequeños y medianos | App juguete controlable con función de auto-juego y lógica emocional | Robusto : Amazon.es: Productos para mascotas. Amazon.es. <https://www.amazon.es/dp/B07KW378YB?tag=xtk-seleccion-21> (Consultado 15 ago., 2022).
- [12] L. Araya-Rojas, "Objetos inteligentes: un paso de lo tradicional a nuevas formas de interacción", *Actas de Diseño*, vol. 40, pp. 46-51, 2022. [Acceso 20 Febrero 2023].
- [13] K. Damian y P. Damian, *Aromaterapia: El olor y la psique*. Inner Traditions en Español, 1997.
- [14] M. Garcia. "¿Los perros ven en color? - ¡Colores que ven los perros!" <https://www.expertoanimal.com/los-perros-ven-en-color-colores-que-ven-los-perros-23070.html#refs>(accedido el 19 de noviembre de 2022).



Diseño de un objeto inteligente para asistir una hidratación adecuada a senderistas y montañistas en Costa Rica

Design of a smart object for an adequate hydration assistance to hikers and mountaineers in Costa Rica

Melina Gálvez Navarro¹, Emilio Mora Quintanilla²

M. Gálvez Navarro, E. Mora Quintanilla "Diseño de un objeto inteligente para asistir una hidratación adecuada a senderistas y montañistas en Costa Rica", IDI+, vol. 6, no 1, Jul., pp. 47-59, 2023.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v6i1.6814>

Fecha de recepción: 25 de noviembre de 2022
Fecha de aprobación: 9 de junio de 2023

1. Melina Gálvez Navarro
Estudiante de Ingeniería en
Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
melgalvez10@gmail.com
 0009-0001-8244-3598

2. Emilio Mora Quintanilla
Estudiante de Ingeniería en
Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
moraq.emilio@gmail.com
 0009-0002-2961-9918

Resumen

Gracias a su riqueza natural, Costa Rica es hogar de distintas montañas en las cuales muchos senderistas y montañistas se adentran para practicar deporte. Sin embargo, estas actividades son escenario de distintos accidentes, muchos de los cuales surgen a raíz de una mala hidratación. Dichas eventualidades no siempre se dan por falta de agua, sino por la carencia de educación sobre una buena hidratación.

A partir de estos casos, surgió el objetivo de diseñar un *gadget* inteligente que pueda brindar ayuda para minimizar accidentes o muertes provocadas por una mala hidratación, y evitar el desarrollo de consecuencias corporales a causa de la deshidratación. Además, brindar una herramienta que permita guiar al usuario en lo que debe realizar en caso de verse en una emergencia donde se quede con poca agua o sin esta durante su recorrido.

Para resolver este problema, se hizo uso de análisis de lo existente, de la ergonomía, la perceptibilidad, la funcionalidad y la tecnología, con el fin de conceptualizar una idea, definir sus funciones y su forma; para luego ser llevada a un prototipo funcional que cumpla con las necesidades identificadas por medio del estudio de distintos casos e interacciones directas con usuarios. Basado en lo concluido mediante los estudios, se desarrolló un *gadget* inteligente que responde a las necesidades de los senderistas y montañistas.

Palabras clave

Senderismo; hidratación; prevención; *gadget* inteligente; diseño.

Abstract

Thanks to its natural wonders, Costa Rica is home to different mountains, which hikers and trekkers enter to exercise. These activities become center stage to accidents rooted in inadequate hydration. These incidents are not all due to a lack of water, but due to a lack of knowledge about proper hydration.

The objective to design a smart gadget to help minimize accidents and/or deaths related to inadequate hydration, avoiding negative bodily outcomes due to dehydration was rooted in these incidents. Furthermore, to provide a tool to guide the user in case of an emergency where they have a limited amount of water.

To solve this issue, we used situational, ergonomic, perceptibility, functionality and technologic analyses to help us conceptualize an idea, define its functions and form, which we then made a functional prototype of that could satisfy the user needs identified through case studies and user interactions. Based on what we concluded through studies, we developed a smart gadget that satisfies the needs of hikers and trekkers.

Keywords

Hiking; hydration; prevention; smart gadget; design.

Introducción

Presentación del problema

La deshidratación es el suceso en el cual [1]: “el cuerpo de una persona pierde más fluidos de los que se consumen”. Este hecho puede desatarse en distintos niveles, cuyas consecuencias varían en gravedad. La afectación en una persona deshidratada va más allá del sentirse sediento y puede, en muchas ocasiones, afectar su estado corporal.

Es común que una persona sufra deshidratación si no toma suficiente líquido antes, durante y después de realizar actividad física. Por su parte, el senderismo y el montañismo son actividades físicas altamente demandantes y, aunque son diferentes, comparten un gran factor en común: son deportes de intemperie y alto riesgo, si los deportistas no se encuentran preparados o en las condiciones óptimas. Tanto senderistas como montañistas realizan actividad física alejados de lugares con comodidad de recursos como agua, alimentos, atención médica, seguridad, entre otros.

Al respecto, expertos han señalado que una buena hidratación es un factor crucial a la hora de entrar a la montaña y que, inclusive, pueden marcar la diferencia entre la vida y la muerte [1]. El ser humano es capaz de aguantar hasta tres semanas sin ingerir alimentos, pero no es capaz de soportar más de tres o cuatro días sin consumir agua [2].

La hidratación es un elemento crucial en la termorregulación corporal. La termorregulación [3] es uno de los procesos naturales del cuerpo que consiste en la activación de los mecanismos corporales y periféricos para mantener la homeostasis corporal¹ y las funciones vitales constantes. En resumen, se encarga de estabilizar procesos cardiovasculares, respiratorios, musculares, nerviosos, renales y endocrinos del cuerpo. Por lo cual, una hidratación inadecuada altera este proceso [4], y conlleva a una serie de consecuencias para la persona, las cuales van desde dolores de cabeza en casos leves hasta contracciones en los músculos, pérdida de orientación e incluso la muerte en los casos más graves.

La falta de conciencia por parte de muchos senderistas y montañistas sobre la importancia de una buena hidratación es alta. Además, los deportistas desconocen el impacto que diferentes factores ambientales, como las altas temperaturas, tienen en su estado de salud. Los accidentes pueden variar entre incapacidad de movilizarse, hasta mareos y fatiga que pueden provocar

1 Homeostasis corporal: Estado de equilibrio entre los sistemas del cuerpo que permiten sobrevivencia y funciones adecuadas.

“despistes”, resultando en tiempos y capacidad de reacción reducidos, lo que deja al deportista vulnerable a accidentes más graves.

Relevancia del caso

La montaña es el escenario general en el cual se desenvuelven tanto senderistas como montañistas. Este se encuentra alejado de todas las comodidades de acceso a recursos vitales, por lo que, al ingresar, el deportista debe encontrarse en su mejor estado físico y mental. Debe estar sumamente percatado de su entorno en todo momento y preparado ante cualquier tipo de situación o eventualidad.

Por su parte, los efectos de la deshidratación pueden ser letales, particularmente, si se dan en un ambiente impredecible como es la montaña. Por ello, una hidratación adecuada es particularmente crucial en deportistas de montaña como lo son senderistas y montañistas.

En tan solo 24 horas de la Romería² del 2014, la Cruz Roja de Costa Rica atendió 212 casos de deshidratación, lo cual demuestra que es un problema prevalente en el país [7]. La larga caminata cuesta arriba se vuelve un ejercicio que podría llegar a poner el riesgo la vida de la persona, si se combina con un nivel peligroso de deshidratación. Por lo que es necesario que los usuarios tengan mayor acceso a información relevante para mantener una buena hidratación.

Datos del SINAC [9], por ejemplo, indicaron que las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) recibieron un total de 2,263,231 visitas en el 2019 por parte de personas que residen dentro y fuera del país; de estos, 11.7% son senderistas o montañistas frecuentes, para un total de 264,798 potenciales usuarios del gadget.

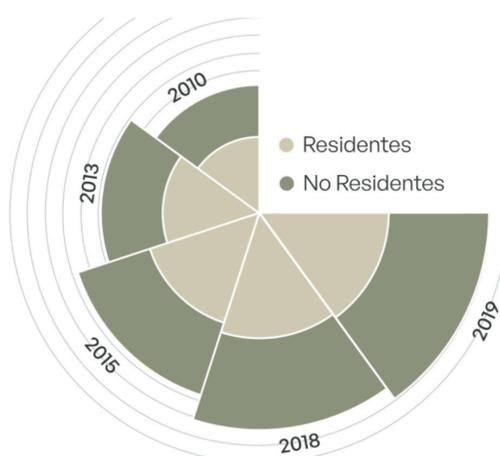


Fig. 1. Tasa de crecimiento en las visitas a las Áreas Silvestres Protegidas. Datos de [9].

2 Romería: en Costa Rica, la Romería de la Virgen de los Ángeles consiste en la peregrinación que realizan diversos costarricenses católicos hacia la Basílica de los Ángeles en la ciudad de Cartago. Más de dos millones de costarricenses realizan este trayecto desde diferentes partes del país.

¿Qué ofrece el mercado?

Existen productos en el mercado que educan a las personas sobre una buena hidratación; sin embargo, hay factores que imposibilitan su uso en la montaña. Muchos de estos no funcionan sin una conexión fija a internet, pueden ser incómodos de portar, entre otros obstáculos. Accesorios como los relojes inteligentes han sido capaces de facilitar la medición de datos vitales, al igual que la implementación de recomendaciones para el bien de los usuarios que los usan, pero no son totalmente adaptables a entornos como montañas, donde pueden ser expuestos a golpes o distintos climas; además, su enfoque no es en la hidratación de su usuario. Tampoco son capaces de detectar datos sobre el entorno que le podrían ser relevantes a un deportista de montaña.

Los productos orientados a senderistas y montañistas se concentran, principalmente, en accesorios de GPS [8], pero no hay un producto en el mercado que funcione como apoyo a mantener una buena hidratación para deportistas de montaña.

Creación del *gadget*

Un *gadget* es un dispositivo de funcionamiento autónomo que cumple con funciones muy específicas delimitadas. Algunos *gadgets* tienen la capacidad de recibir, procesar, recopilar y almacenar datos, lo cual los hace objetos inteligentes. Debido a ello, se considera que es adecuado solucionar esta problemática mediante un *gadget* inteligente por su capacidad para procesar datos y cumplir con una función limitada y precisa.

Se espera que, con el *gadget*, quienes lo utilicen sean guiados hacia una buena hidratación mientras realizan senderismo o montañismo. El objetivo principal es que los usuarios tengan un recordatorio constante sobre sus tiempos de hidratación. Además, que sea capaz de dar una recomendación inicial sobre la cantidad de agua que debe portar consigo antes de iniciar un trayecto, para evitar complicaciones una vez dentro de su recorrido. Adicionalmente, que sea capaz de informar al usuario sobre el nivel de riesgo asociado a realizar actividad física bajo sus condiciones climáticas actuales. Se busca que estas notificaciones y recomendaciones se basen en los datos brindados por el usuario (como edad, peso, altura, longitud del recorrido), al igual que otras relacionadas al entorno que la tecnología por implementar dentro del *gadget* pueda obtener mediante sensores (como temperatura y humedad).

En el caso de que un usuario se encuentre en una emergencia, se busca que el *gadget* pueda ayudarlo por medio de recomendaciones relevantes a su entorno, para asistirle en mantenerse lo suficientemente hidratado, mientras sale de la montaña o es rescatado por las autoridades. AquaTrail busca ser un objeto inteligente para uso de senderistas y montañistas que les permita mantenerse hidratados adecuadamente para evitar todas las consecuencias que puedan afectar de manera drástica su salud y estado físico durante la actividad.

Métodología

1. Investigación de mercado

Es el primer acercamiento con el mercado (usuarios) que usaría potencialmente el *gadget* por diseñar. Este se enfocó en senderistas y montañistas costarricenses, aunque se plantea que pueda ser utilizado por usuarios de otros países. El público meta fueron personas entre los 14 y 74 años, de cualquier género, que practican senderismo o montañismo al menos una vez cada 30 días.

Se llevó a cabo una revisión documental por medio de la búsqueda de información en bases de datos nacionales relacionadas con los senderistas o montañistas del país. A partir de estas, se determinó el tamaño del mercado potencial.

Además de la búsqueda de datos en estas bases, se buscaron senderistas o montañistas, quienes pudieran responder una entrevista para brindar una mejor contextualización de la situación actual a la cual se enfrentan al entrar a zona de montaña. Los resultados de esta investigación se mencionan en la sección de Análisis de lo existente.

2. Investigación etnográfica

Para complementar las anécdotas brindadas por los usuarios en la etapa anterior, se realizó una investigación etnográfica mediante la observación de videoreportajes de senderistas. Además, se identificaron necesidades y tareas que realizan durante la actividad. Para el caso de senderistas y montañistas, se observaron factores desde vestimenta, equipo, preparación previa y reacciones ante alguna emergencia.

3. Análisis de lo existente

Se analizaron *gadgets* que buscan mejorar el estado de hidratación de las personas y que pudieran ser utilizados en parte dentro del mismo contexto de montaña. También, se analizaron distintas categorías de *gadgets* al mismo tiempo, desde *wearables* hasta dispositivos de *lifestyle* o "*feel good*". A partir de estos, se analizaron las funciones que logran cumplir, su interacción con los usuarios, así como ventajas y desventajas destacadas.

Además, dentro de la investigación realizada, se consultó a diferentes montañistas y senderistas sobre los productos o *gadgets* que utilizan a la hora de ingresar a la montaña. Muchos señalaron el uso de mochilas de hidratación para trayectos cortos, pero que se convertían en un peso adicional que era incómodo de transportar. También, señalaron la utilización de equipo como GPS o relojes inteligentes. La implementación de este equipo varía por trayecto y objetivo, pero los usuarios fueron enfáticos en que, cuanto menos equipo, mejor. También, señalaron que el equipo utilizado no debía ser difícil de emplear. Por lo que el aprendizaje de uso debía ser sencillo y así evitar en algún tipo de emergencia más estrés del necesario.

4. Diagnóstico del problema y concepto de diseño

A partir de los objetivos definidos, tomando en cuenta las indicaciones y recomendaciones de los usuarios durante las entrevistas, así como observaciones de la investigación de mercado y etnográfica, se definieron los requerimientos que deben ser implementados en el diseño del *gadget*.

5. Bocetos iniciales y selección de la propuesta

A partir de los requerimientos a los que se llegó como resultado del análisis de los datos anteriores, se desarrollaron los conceptos iniciales para la solución de diseño. Los bocetos son realizados a nivel bidimensional, pero se ilustran con sombreados para emular materiales u otras características perceptuales que deban cumplir. También se planteó un mapeo de su forma de interacción donde se evaluaron aspectos ergonómicos, referenciando tablas antropométricas latinoamericanas [10].

Así mismo, se llevó a cabo una tabla de criterios basada en las necesidades de usuario detectadas. Esta fue usada para asignar puntajes a las propuestas, de manera que se seleccionara la propuesta de diseño que mejor se ajuste al objetivo. Se tomó nota también de las características positivas de las propuestas que no fueron seleccionadas para incorporarlas al diseño final.

6. Prototipado

Una vez seleccionada la propuesta final, se hicieron modelos volumétricos iniciales para evaluar la interacción con los usuarios. Generalmente, es un modelo de baja fidelidad, ya que se busca observar las dimensiones que podría tener en un futuro y comprobar que sean adecuadas para la interacción.

Después de esto, se inició con la creación de prototipos tanto funcionales como perceptuales. Los prototipos funcionales tuvieron como objetivo valorar las tecnologías que podrían ser utilizadas en el *gadget*, funcionalidad e interacción con el usuario en el caso de tener una interfaz digital. Los prototipos perceptuales buscaron evaluar la estética según la percepción del usuario, además de la interacción con la interfaz física directamente. Para evaluar los prototipos, se aplicaron pruebas individuales con 10 usuarios a quienes les pidió realizar una serie de tareas relacionadas a las diferentes necesidades observadas en senderistas. Se evaluó su desempeño con estas, y, además, se le brindó al usuario un cuestionario al final de sus pruebas para conocer su percepción del producto diseñado.

A partir de las observaciones dadas por los usuarios y las que pudieron ser identificadas por los investigadores conductores de las pruebas, se inició la etapa final de prototipado, para realizar un prototipo funcional y perceptual final que contempló los cambios efectuados para su mejora.

Resultados

A partir de la investigación sobre los efectos de la deshidratación en la salud de senderistas y montañistas, así como del proceso de diseño atravesado, surgió el diseño del *gadget* inteligente AquaTrail. Este dispositivo buscó dar un acompañamiento orientado a la adecuada hidratación a los deportistas de montaña, adaptándose al entorno o trayecto que transiten.

El propósito principal de AquaTrail fue brindar protección contra la deshidratación a deportistas de montaña, de manera que se lograra reducir la incidencia de consecuencias fisiológicas graves al realizar senderismo o montañismo. Así mismo, se esperó que, al promover una hidratación adecuada durante la práctica de deportes de montaña, se disminuyeran los accidentes relacionados a la deshidratación.

Los principales usuarios identificados para AquaTrail abarcaron personas entre 14 y 74 años, de cualquier género, que practican senderismo o montañismo al menos una vez cada 30 días. El proyecto fue desarrollado con dos tipos de usuario en mente: el usuario experto, con mucha experiencia y conocimiento en senderismo, y el usuario inexperto, sin tanto conocimiento técnico sobre el deporte. Se descubrió que, más que un contenedor para transportar agua, los usuarios necesitaban acompañamiento y guía en lo que respecta a tiempo y cantidades de consumo de hidratantes. Por su parte, los análisis de referenciales realizados revelaron que los productos existentes en el mercado están orientados a *trackear* la ubicación GPS del usuario o documentar su recorrido; pero no dan enfoque a la hidratación.

Concepto de diseño

Durante el desarrollo del *gadget*, se consideró necesario que el usuario senderista o montañista asocie AquaTrail con otros productos de la misma índole, como los mostrados en la Fig. 2. AquaTrail buscó ser percibido como robusto, resistente y confiable; transmitiendo al usuario una sensación de seguridad y acompañamiento durante sus trayectos. Así mismo, durante la verificación con usuarios, se comprobó que los usuarios perciben al *gadget* como seguro, sencillo, resistente y amigable de usar. La investigación desarrollada reveló que estos factores eran cruciales para los usuarios potenciales, por lo que se consideraron positivos los resultados de la verificación con usuarios, mostrados en la Fig. 3.



Fig. 2. Moodboard de concepto visual.

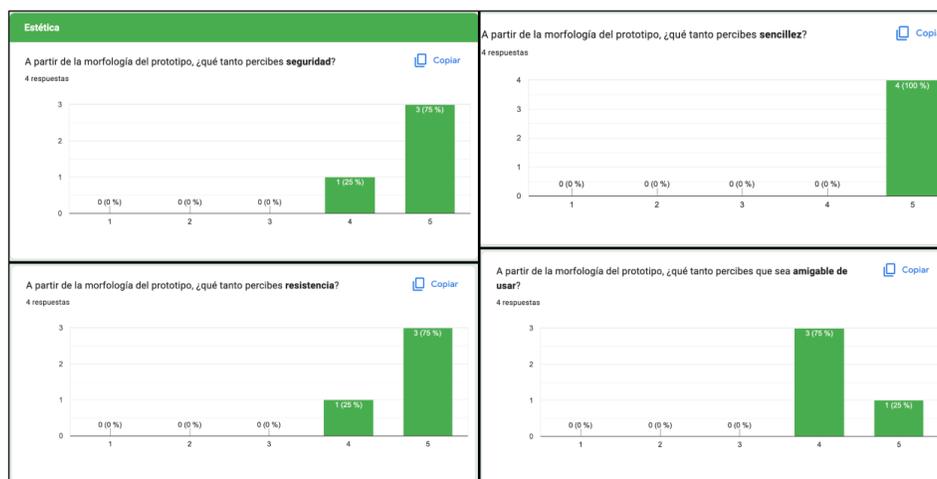


Fig. 3. Encuestas a usuarios sobre percepción estética.

Discusión

¿Cómo resuelve el problema?

AquaTrail busca ser una herramienta para mantener un buen hábito de hidratación en senderistas y montañistas, previniendo las consecuencias físicas negativas asociadas a la mala hidratación. Este objetivo es abordado mediante tres características relevantes del producto diseñado, descritas, a continuación.

1. Análisis del Entorno

Una característica clave que diferencia a AquaTrail de otros productos en el mercado es su capacidad de adaptar las recomendaciones de hidratación al entorno en el que se encuentre el usuario. El *gadget* es capaz de cuantificar la humedad y temperatura ambiente; estos dos factores son cruciales en determinar la frecuencia y cantidad de hidratante que requiere un

deportista para evitar sufrir consecuencias fisiológicas relacionadas a la deshidratación. El dispositivo funciona con un algoritmo basado en una matriz (Fig 4) que asocia diferentes valores de humedad y temperatura ambiente con el riesgo que suponen para el usuario.

Estos valores son tomados a partir de las recomendaciones de expertos [11] y [12]. Las cuales disponen que, en temperaturas elevadas (>30°C), la termorregulación corporal ocasiona un aumento en la transpiración, de manera que el cuerpo pierde más líquido, quedando vulnerable a la deshidratación. De igual manera, indican que climas muy secos con poca humedad ambiente también aumentan el riesgo de sufrir deshidratación. El algoritmo desarrollado cruza los valores de humedad ambiente con la temperatura ambiente, para determinar el nivel de riesgo que representa la combinación específica del clima en el que se encuentra el usuario.

Es decir, le puede informar al senderista o montañista que ejercitarse en un clima caliente y seco conlleva un alto riesgo de sufrir deshidratación; o que un clima templado y de humedad media es ideal para hacer senderismo sin arriesgarse a deshidratarse. El dispositivo le da al usuario información sobre su entorno, la cual funciona como una herramienta para que este pueda tomar las precauciones necesarias y prevenir accidentes u otras consecuencias relacionadas a la deshidratación.

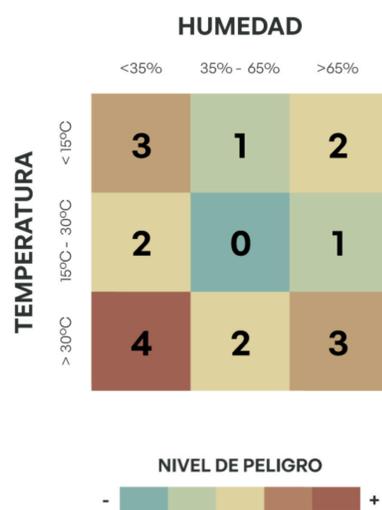


Fig. 4. Matriz de humedad-temperatura.

2. Recordatorio de Hidratación

AquaTrail es capaz de brindar recordatorios periódicos de hidratación, como el mostrado en la Fig 6, lo cual lo diferencia de otros productos para senderistas disponibles en el mercado. Además, le proporciona al usuario una recomendación de cuánta agua llevar en su recorrido, mostrada en la Fig 5. Esta recomendación es cuantificada a partir de *inputs* del usuario sobre su edad, altura, peso y la longitud (km) del trayecto que va a transitar. Así mismo, los

recordatorios periódicos sirven para asegurar que el usuario mantenga un balance entre los fluidos que consume y los que pierde mediante la transpiración [1], previniendo así casos graves de deshidratación.

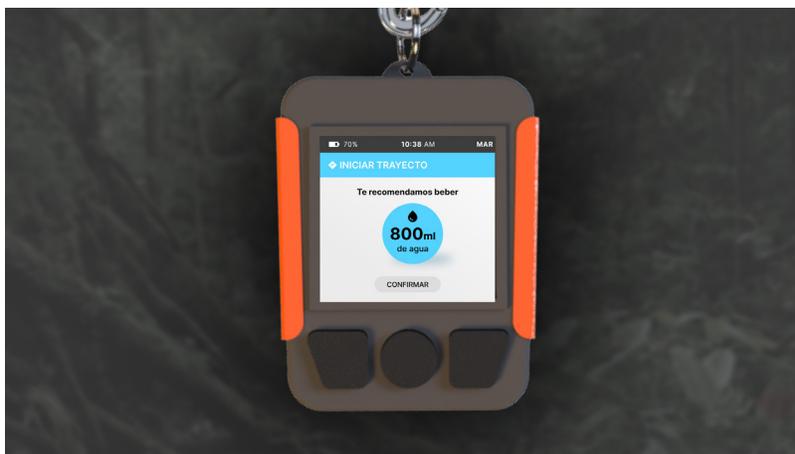


Fig 5. Prototipo digital AquaTrail. Recomendación de hidratante.

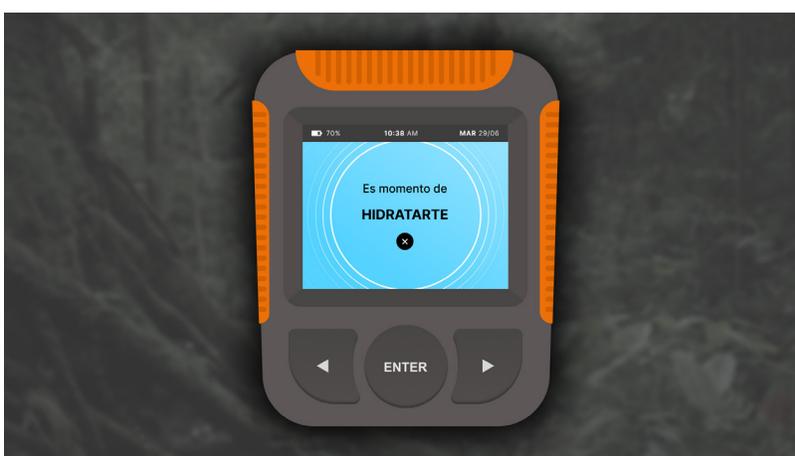


Fig 6. Prototipo digital AquaTrail. Recordatorio de hidratación.

3. Apoyo en emergencias

A pesar de que el enfoque del *gadget* AquaTrail es mantener una buena hidratación durante el senderismo o montañismo, estos son deportes que, por su naturaleza, conllevan cierto riesgo de sufrir accidentes. Por lo que, manteniendo el enfoque en la adecuada hidratación, Aquatrail le permite al usuario entrar en “Modo Emergencia” (Fig 7), el cual provee recomendaciones de métodos para obtener y racionar el recurso hídrico en situaciones de emergencia. En vez de proveer recomendaciones genéricas, AquaTrail las adapta a las características del entorno detectadas; de manera que le puede indicar al usuario cómo actuar según la temperatura y humedad identificadas. Estas recomendaciones son informadas por senderistas y montañistas expertos, para mantener relevancia en su contexto de uso.

En fases iniciales del diseño, se contempló la posibilidad de que este “Modo Emergencia” alertara a las autoridades y los contactos de emergencia sobre la situación del usuario. Sin embargo, debido al plazo de realización y alcance del proyecto, esta funcionalidad no fue implementada, a pesar de considerarse enriquecedora para el dispositivo.

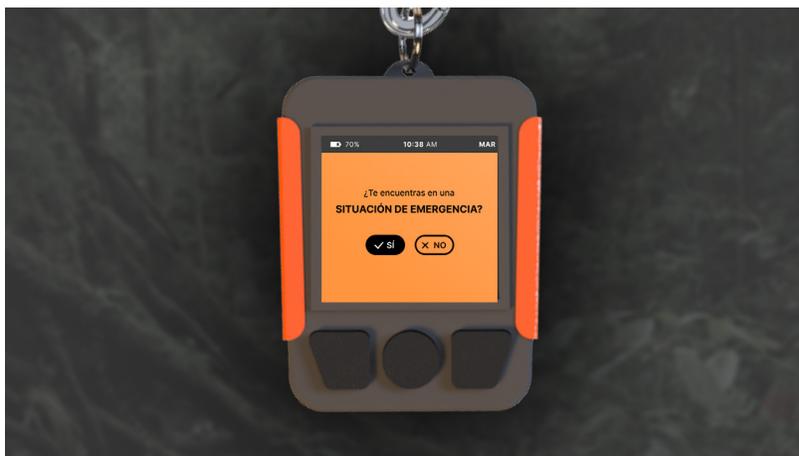


Fig. 7. Prototipo digital AquaTrail. Confirmación para activar “Modo Emergencia”.

Conclusiones

El *gadget* AquaTrail presenta una solución novedosa a una necesidad de usuario aún no satisfecha por los productos en el mercado: la hidratación. Se diseñó un producto en el que las decisiones proyectuales se vieron informadas por las observaciones de potenciales usuarios, la investigación de los principios fisiológicos que rigen la deshidratación y la recomendación de expertos en el tema. Además, durante el abordaje inicial de proyecto, se dio un enfoque a ambos usuarios: expertos e inexpertos, sin embargo, después de un mayor análisis de las necesidades particulares de cada nicho, se puede determinar que el *gadget* sería de mayor beneficio para inexpertos. Según las evaluaciones de los usuarios, el *gadget* AquaTrail tuvo éxito en el área perceptual, logrando las asociaciones semánticas con artículos de índole similar buscadas por los diseñadores.

Finalmente, es recomendable una verificación con usuarios de manera masiva como herramienta para iterar sobre el diseño realizado. Además, el producto podría verse enriquecido expandiendo sobre las funciones implementadas, de manera que estas puedan llegar a equiparar el funcionamiento de *gadgets* similares en el mercado, manteniendo el factor diferenciador de su enfoque a la hidratación.

Referencias

- [1] National Health Service. (Agosto, 2022) Dehydration. NHS. [En línea] Disponible: <https://www.nhs.uk/conditions/dehydration/>
- [2] J. Pérez. (Noviembre, 2019) La Importancia De La Hidratación En Deportes De Montaña. [En línea] Disponible: <https://blog.columbus-outdoor.com/la-importancia-de-la-hidratacion-en-deportes-de-montana/>
- [3] Y.A. Picón-Jaimes, J.E Orozco-Chinome, J. Molina-Franky, M.P. Franky-Rojas (Enero, 2020) Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia. MedUNAB. 23(1): 118-130. [En línea] Disponible: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/04/1087985/3714.pdf>
- [4] American Hiking Society (s.f). Dehydration. Drink enough water to stay safe outside. [En línea] Disponible: <https://americanhiking.org/resources/dehydration/#:~:text=Dehydration%20Symptoms&text=Dehydration%20can%20cause%20hikers%20to,watchful%20of%20your%20urine%20color.>
- [5] V. Loaiza, K. Chaves (Mayo, 2021) Cuerpo de nutricionista perdida en el Chirripó apareció en acantilado de más de 80 metros. La Nación. [En línea] Disponible: <https://www.nacion.com/sucesos/accidentes/encuentran-fallecida-a-nutricionista-desaparecida/536PMB66R5GPLLLVXEHKX7746Q/story/>
- [6] L.D. Sepulveda. (Mayo, 2022) Six people rescued off Phoenix hiking trails this week for overheating, injuries. AzCentral. [En línea] Disponible: <https://www.azcentral.com/story/news/local/phoenix-breaking/2022/05/22/six-people-rescued-off-phoenix-hiking-trails-week/9875323002>
- [7] A. Rueda (Julio, 2014) 212 romeros atendidos por deshidratación y problemas cardíacos en 24 horas, según Cruz Roja. AmeliaRueda. [En línea] Disponible: <https://ameliarueda.com/nota/212-romeros-atendidos-por-deshidratacion-y-problemas-cardiacos-en-24-horas>
- [8] H. Spanner (Mayo, 2022) The best hiking gadgets to buy in 2023. Science Focus. [En línea] Disponible: <https://www.sciencefocus.com/buyers-guides/best-hiking-gadgets/>
- [9] SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación) (2021) Informe Anual Estadísticas SEMEC 2019-2020: SINAC en Números. [En línea] Disponible: <https://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Informe%20SEMEC/Informe%20SEMEC%202019-2020.pdf>
- [10] R. Avila Chaurand, et. al. (Enero 2007) Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana : México, Cuba, Colombia, Chile. [En línea] Disponible: https://www.researchgate.net/publication/31722433_Dimensiones_antropometricas_de_la_poblacion_latinoamericana_Mexico_Cuba_Colombia_Chile_R_Avila_Chaurand_LR_Prado_Leon_EL_Gonzalez_Munoz

- [11] N. Palacios, L. Bonafante, P. Manonelles, B. Manuz, J. Villegas (2008) CONSENSO SOBRE BEBIDAS PARA EL DEPORTISTA. COMPOSICIÓN Y PAUTAS DE REPOSICIÓN DE LÍQUIDOS. FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE. [En línea] Disponible: <http://femedede.es/documentos/Consenso%20hidratacion.pdf>
- [12] Cátedra Internacional de Estudios Avanzados en Hidratación. (2016) Deshidratación. Cátedra Internacional de Estudios Avanzados en Hidratación. [En línea] Disponible: <https://cieah.ulpgc.es/es/hidratacion-humana/deshidratacion>