

revista IDI+

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

Volumen 7 Número 2 ▪ Enero - Junio 2025 ▪ ISSN 2215-5112



revista IDI+

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

Valeria Esquivel Jiménez

Foto de portada

Stimu, luminaria interactiva para niños de 4 a 7 años que asisten a kinder y primaria.

Carlos A. Chaves Sánchez - Eduardo A. Monge Gonzalez - José A. Goldoni López - Jared S. Barrientos Fernández (Diseño III, 2024). Stimu es desarrollada con el fin de desarrollar la propiocepción, habilidades motoras y aprendizaje por medio de la estimulación lúdica y sensorial.

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
Enero-Junio 2025
Volumen 7, N°2

ISSN: 2215 5112

Contenidos

Diseño de un dispositivo inteligente para asistir la navegación a pie en entornos urbanos de alta concentración. <i>Design of a smart gadget to assist walking navigation in dense urban environments.</i> K. Barquero y M. Cordero.....	4
Diseño de un dispositivo inteligente automatizado para facilitar el compostaje doméstico. <i>Design of an automated smart device to facilitate home composting.</i> J. Brizuelas, K. Castro y L. Segura.....	20
Dispositivo inteligente que ayuda a los padres y maestros en la creación de disciplina en niños con TDAH. <i>Smart device that helps parents and teachers create discipline in children with ADHD</i> A. Barboza-Artavia y S. Barboza-Artavia	36
Diseño de un dispositivo inteligente que ayude a reducir los efectos de la procrastinación <i>Design of a smart device that helps reduce the effects of procrastination</i> M. Cordero Durán, M. Carranza Varela y M. Lemus Quesada	53
Evaluación de la usabilidad de una aplicación móvil de telecomunicaciones <i>Usability evaluation of a telecommunications mobile application</i> J. Cubillo-Mora y M. Rodríguez-San Lee	67



Diseño de un dispositivo inteligente para asistir la navegación a pie en entornos urbanos de alta concentración

Design of a smart gadget to assist walking navigation in dense urban environments

*Klaudia María Barquero Villalobos*¹

*Mariana Cordero Rojas*²

K. Barquero y M. Cordero "Diseño de un dispositivo inteligente para asistir la navegación a pie en entornos urbanos de alta concentración", IDI+, vol. 7 no 2, Ene., pp. 4-19, 2024.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v7i2.7726>

Fecha de recepción: 6 de junio de 2024

Fecha de aprobación: 30 de agosto de 2024

1. *Klaudia María Barquero Villalobos*
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
klaubv@gmail.com
 0009-0007-2872-2389

2. *Mariana Cordero Rojas*
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
maricor10@hotmail.com
 0009-0004-8512-1502

Resumen

Debido al avance tecnológico, la dependencia de las aplicaciones de navegación digital para desplazarse en entornos urbanos ha aumentado considerablemente. No obstante, este fenómeno ha planteado importantes desafíos en términos de seguridad y atención para los usuarios, ya que el uso de estas aplicaciones demanda una alta concentración cognitiva y visual, lo que puede distraer a los usuarios de su entorno inmediato, así como aumentar el riesgo de accidentes y robos.

Con el objetivo de abordar esta problemática, se inició la investigación para el desarrollo de *Navi*, un dispositivo inteligente que combina guía direccional y medidas de seguridad en un único *gadget* portátil, mejorando significativamente la seguridad y la experiencia de los usuarios en entornos urbanos y convirtiéndose en un compañero de viaje confiable.

La investigación siguió el enfoque integral propuesto por la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial, que abarca desde la identificación de la problemática y el usuario objetivo, hasta el desarrollo y evaluación de soluciones de diseño. Mediante entrevistas con usuarios potenciales, el análisis de productos similares en el mercado y la revisión de estudios anteriores, se buscó conceptualizar una idea enfocada en aspectos cruciales como la funcionalidad, perceptibilidad, ergonomía y tecnología. Este proceso permitió definir el diseño y funciones, así como comenzar con el desarrollo de prototipos que abordaran las necesidades identificadas. El desarrollo de prototipos y pruebas de usuario permitió iterar y perfeccionar el diseño, para, finalmente, asegurar una experiencia de usuario intuitiva y segura.

Palabras clave

Navegación; entornos urbanos; turismo; manos libres; movilidad.

Abstract

As a result of technological advances, the reliance on digital navigation applications to navigate in urban environments has increased significantly. However, this phenomenon has posed significant challenges in terms of user safety and alertness, as the use of these applications requires high levels of cognitive and visual concentration, which can distract users from their immediate surroundings and increase the risk of accidents and theft.

To address this issue, research was initiated to develop *Navi*, a smart device that combines navigation and safety measures in a single wearable device, significantly improving safety and user experience in urban environments and becoming a reliable travel companion.

The research, from problem identification and target user identification to the development and evaluation of design solutions, followed the School of Industrial Design Engineering

approach. To conceptualise an idea, define its functions and form, and develop a functional prototype that would meet the identified needs, a thorough documentary review, interviews and analysis of existing products, ergonomics, perception, functionality and technology were carried out. Prototyping and user testing allowed iteration and refinement of the design to ensure an intuitive and safe user experience.

Keywords

Navigation; urban environments; tourism; hands-free; mobility.

Introducción

Presentación del problema

El avance tecnológico ha llevado a una creciente dependencia de las aplicaciones de navegación digital para movilizarse en centros urbanos. Según un estudio realizado por AlphaBeta para Google [1], más del 90% de la población en línea del mundo utiliza mapas digitales para orientarse. No obstante, el uso de estas aplicaciones sobrecarga principalmente el sentido de la vista, ya que requiere una alta atención cognitiva y visual [2], lo que reduce la capacidad de los usuarios para percibir su entorno mediante otros sentidos. Dicha sobrecarga visual se convierte en un obstáculo significativo para la seguridad y la eficiencia del desplazamiento, subrayando la necesidad de soluciones que redistribuyan la carga sensorial y minimicen el riesgo de incidentes.

El entorno urbano, por su parte, se caracteriza por una constante actividad y movimiento, con una gran cantidad de personas transitando en él. De acuerdo con Matthew Brodie, neurocientífico e ingeniero de la Facultad Biomédica de la Universidad de Nueva Gales del Sur en Sydney, hasta un 80% de las personas, tanto adultos como jóvenes, pueden observarse cotidianamente con la cabeza gacha mirando su celular mientras caminan [3]. Esto puede causar "ceguera por falta de atención", reflejada en una menor capacidad para percibir peligros o distracciones en el entorno [4].

Siendo así, los usuarios que no frecuentan centros urbanos y desean trasladarse de manera segura constituyen un grupo particularmente vulnerable. Estos individuos dependen de aplicaciones como Google Maps para movilizarse y, a pesar de que los mapas digitales son útiles, generan riesgos de seguridad y distracciones significativas. El robo por arrebato es prevalente en centros urbanos, representando casi el 40% de todos los robos de teléfonos [5]. Además, la navegación pasiva, en la que los usuarios siguen instrucciones sin prestar atención al entorno, puede resultar en reacciones tardías al cruzar carreteras y movilizarse por la ciudad. Entre 2011 y 2019, se reportaron casi 30 000 lesiones al caminar ocasionadas por el uso del teléfono [6].

¿Qué ofrece el mercado?

Actualmente, el mercado ofrece pocas opciones para asistir a los usuarios en la navegación a pie y las disponibles están principalmente enfocadas en personas no videntes. La mayoría de estas soluciones utilizan audio y pantallas para brindar instrucciones, pero se ha comprobado que la información visual y sonora no son necesariamente los modos óptimos de retroalimentación en situaciones móviles, en especial, cuando la atención de los usuarios está ocupada con varias tareas y cuando hay mucho tráfico o ruido de multitudes [7].

Además, actualmente no existe ningún dispositivo en el mercado que combine tanto la funcionalidad de brindar instrucciones de navegación como la de proporcionar medidas de seguridad. Los dispositivos de navegación tradicionales, como las aplicaciones de mapas digitales, se enfocan solo en guiar al usuario hacia su destino, sin ofrecer mecanismos de seguridad integrados. Por otro lado, los dispositivos de seguridad personales, como alarmas portátiles o aplicaciones de emergencia, se centran en proteger al usuario sin proporcionar asistencia en la navegación. Esta falta de integración deja un vacío significativo en el mercado, donde los usuarios deben depender de múltiples dispositivos o aplicaciones para satisfacer sus necesidades de navegación y seguridad.

Relevancia del caso

Debido a lo anteriormente señalado, el diseño de herramientas innovadoras que reduzcan la sobrecarga del sentido de la vista y minimicen las distracciones es crucial en la sociedad moderna. Al redistribuir la carga sensorial hacia otros sentidos, como el tacto, se puede mejorar la seguridad de los peatones y proporcionar una experiencia de usuario más equilibrada e intuitiva. Por lo tanto, en un mercado donde los dispositivos actuales carecen de esta dualidad funcional, los dispositivos portátiles tienen el potencial de mejorar significativamente la orientación y la calidad de vida de los usuarios.

Por otro lado, reducir los accidentes y robos asociados con el uso de teléfonos móviles durante el desplazamiento puede disminuir los costos relacionados con emergencias médicas y pérdidas materiales. Además, el desarrollo de nuevas tecnologías de navegación presenta oportunidades económicas prometedoras en el sector del diseño industrial y tecnológico, fomentando la innovación y el crecimiento en esta área.

Metodología

Se utilizó el método propuesto por la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial para el curso de Diseño 5. Este enfoque integral abarca desde la investigación y conceptualización hasta el desarrollo y evaluación de soluciones de diseño.

1. Identificando la problemática y usuario meta

En esta primera etapa, se buscó identificar la problemática por solucionar y conocer al usuario que presenta esta necesidad. Además, se realizó un análisis de documentación obtenida de fuentes tanto locales como extranjeras. Como resultado de estos análisis, el enfoque de diseño priorizó a los usuarios costarricenses que residen en el país, así como a los turistas de otras nacionalidades que visitan Costa Rica, y a los costarricenses que viajan a centros urbanos en el extranjero. Todos ellos requieren soluciones para moverse de manera eficiente y segura en entornos urbanos, ya sea dentro o fuera del país.

Para comprender mejor sus necesidades, se realizaron entrevistas con usuarios que encajaban en este perfil. Posteriormente, se llevó a cabo una búsqueda de referenciales a fin de comprender qué productos relacionados existen en el mercado e identificar la función que cumplen, la manera en la que interactúan con los usuarios, así como sus ventajas y desventajas. Con esta comprensión, se elaboró una lista de requerimientos para el producto por diseñar, asegurando que aborde las necesidades y desafíos identificados en el estudio.

2. Definiendo la forma

Se definió que el dispositivo debe ser portátil (*wearable*) para facilitar su uso en el entorno planteado. A partir de esto, se inició con un análisis ergonómico, centrándose específicamente en la parte antropométrica y en estudios previos sobre el diseño ergonómico de dispositivos portátiles, como el artículo del Dr. Bryce Butter, *The Ergonomics of Wearable Designs* [8]. También se consideraron las dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, basadas en el estudio *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile* [9]. En particular, se utilizaron percentiles que permitieran garantizar que el dispositivo sea cómodo y adecuado para los usuarios previstos.

Por otro lado, se realizó un análisis perceptual. Para esto, se pidió a usuarios dentro del perfil propuesto que respondieran una encuesta evaluando su percepción sobre algunos de los productos analizados y la facilidad de uso de las aplicaciones de navegación existentes. Además, se tomó en cuenta un estudio de la Universidad de Cambridge, *Revealing Insights of Users' Perception: An Approach to Evaluate Wearable Products Based on Emotions* [10], donde se utilizaron ejes semánticos y 400 participantes para determinar la comodidad, el atractivo y la utilidad de ciertos *wearables* y su colocación en distintas partes del cuerpo.

Finalmente, utilizando los requerimientos establecidos a partir del análisis de los datos previos, se elaboraron los conceptos preliminares para la solución de diseño. Estos conceptos fueron evaluados utilizando el método de objetivos ponderados, calificando cada propuesta en una escala del 1 al 10 según los requisitos de diseño y su importancia [20]. La propuesta con la calificación más alta fue seleccionada e iterada para su optimización.

3. Definiendo la funcionalidad

A fin de desglosar y comprender las funciones y estructura del sistema, se llevó a cabo un Análisis Funcional de Sistemas Técnicos (FAST) [16] basado en la primera iteración del *gadget*. Se estableció la función principal como "brindar una navegación de forma segura y eficaz" y, a partir de esta, se derivaron funciones secundarias y auxiliares que ayudaron a que el *gadget* cumpliera con su función principal. Además, se diferenciaron todas las funciones entre prácticas e inteligentes, especificando claramente sus roles y contribuciones al desempeño general del *gadget*.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis tecnológico, que se dividió en tres áreas principales: vibraciones hápticas, materiales y sujeciones, y componentes electrónicos.

Para identificar las zonas del cuerpo más receptivas a las vibraciones, se examinó detenidamente la investigación: *Investigation of Suitable Body Parts for Wearable Vibration Feedback in Walking Navigation*, publicada en el *International Journal of Human-Computer Studies* [7]. Además, con el fin de reconocer los patrones de vibración más adecuados para brindar instrucciones, se analizaron a profundidad los estudios: *Design of Haptic Feedback Pattern and Layout for Bracelet-type Wearable Devices*, publicado en el *Journal of the Ergonomics Society of Korea* [11] y *Designing Wearable Vibrotactile Notifications for Information Communication*, realizado por la Universidad Tecnológica de Kochi y publicado en el *Journal of Human-Computer Studies* [12].

El análisis de componentes electrónicos permitió identificar los elementos necesarios para el funcionamiento del *gadget*. Este entendimiento fue crucial para crear un diagrama de sistemas y subsistemas [17], vinculando cada necesidad con los componentes físicos correspondientes. Esto garantiza una integración eficaz y funcional del dispositivo.

Finalmente, se llevaron a cabo los primeros prototipos físicos con materiales económicos, con el propósito de verificar la interacción del usuario con el *gadget*. A partir de la retroalimentación de los usuarios, se iteró el modelo para mejorar su diseño y funcionalidad.

4. Prototipando y validando

Se desarrolló el modelo 3D del *gadget*, incluyendo los dispositivos, las sujeciones y la caja de carga, utilizando el *software* Fusion 360. Para el prototipo, se optó por materiales como PLA y TPU flexible, y se realizó la impresión 3D. La programación de las funciones del *gadget* se llevó a cabo con Arduino y su programa IDE, asegurando el correcto funcionamiento de las tecnologías propuestas. Además, se creó un prototipo de la aplicación móvil para evaluar aspectos relacionados con su uso.

Con el fin de verificar los prototipos, se llevaron a cabo pruebas de usuario con 10 participantes. Estos usuarios realizaron una serie de tareas vinculadas tanto al prototipo funcional como al

físico. También se presentó una simulación en video para que los usuarios experimentaran los patrones de vibración que les guiarían en diversas situaciones. Cada sesión fue documentada mediante fotos y videos, para analizar la interacción humano-objeto.

5. Elaboración del cuaderno técnico

Durante esta fase, se determinaron los modelos exactos de cada componente electrónico y los elementos de unión estandarizados necesarios, junto con sus fichas técnicas correspondientes. Además, se elaboraron planos técnicos [19] con las dimensiones necesarias para la fabricación y se definió la arquitectura final, especificando los subsistemas, las partes y sus conexiones [18]. Asimismo, se realizaron los manuales de usuario para la colocación, utilización y mantenimiento del *gadget*, así como para la aplicación móvil.

Resultados

Tomando como base la investigación sobre la problemática, sus antecedentes y posibles soluciones, además del concepto de diseño “navegación urbana segura y eficiente”, se desarrolló el *gadget* inteligente *Navi*, ilustrado en las figuras 1 y 2. Por su parte, las figuras 3 y 4 muestran cómo el dispositivo se ve colocado en las muñecas, ofreciendo una visión más clara de su apariencia en uso.



Fig. 1. *Navi* con sujeción de clips.



Fig. 2. Navi con sujeción de correas.

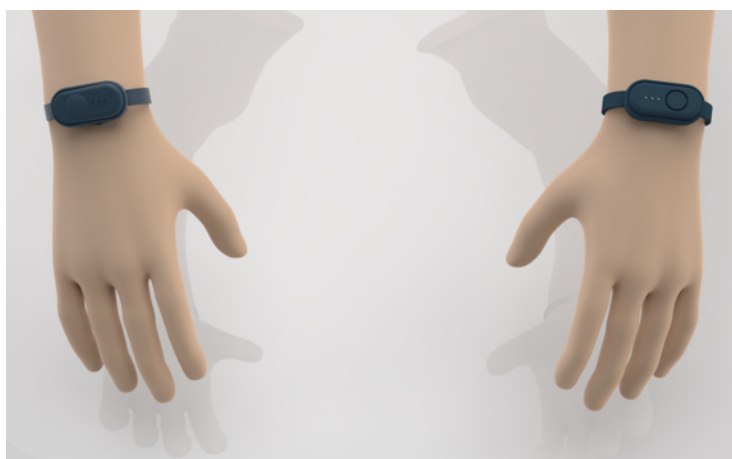


Fig. 3. Navi colocado en las manos.



Fig. 4. Navi en la muñeca derecha.

Navi incluye dos dispositivos porque, según la Universidad Tecnológica de Kochi, el uso de dos dispositivos de vibración es más eficaz que un único dispositivo en una sola ubicación del cuerpo. Uno de ellos se coloca en el lado derecho del cuerpo y el otro en el lado izquierdo. Estos instrumentos ofrecen dos opciones de sujeción: clips, que se pueden fijar al cuello con prendas de ropa preferiblemente ajustadas, y correas, que permiten asegurar los dispositivos a ambas muñecas. Se eligieron estas ubicaciones debido a que la muñeca es una de las zonas más sensibles a la vibración háptica; además, la muñeca, los dedos y el cuello son las posiciones preferidas por la mayoría de los usuarios [12]. Ambos tipos de sujeción están hechos de silicona, a fin de asegurar un ajuste cómodo para el usuario.

El dispositivo izquierdo está equipado con dos botones: uno pulsador para activar la alarma de emergencia y uno deslizante, ubicado en la pared lateral exterior izquierda, que permite compartir la ubicación en tiempo real con los usuarios predeterminados en la aplicación móvil. Se decide colocar ambos botones únicamente en uno de los dos dispositivos, con el fin de alivianar la carga cognitiva y evitar confusiones por parte del usuario. Mientras tanto, el dispositivo derecho posee un zumbador (*buzzer*), mediante el cual se emite el sonido de la alarma de emergencia con una intensidad de 120 decibeles.

Por su parte, ambos dispositivos están equipados con tres luces led para indicar el estado de carga de la batería. En su interior, cuentan con un motor de vibración y una placa PCB que alberga un módulo de *bluetooth* para la transmisión de señales entre dispositivos, así como un acelerómetro y un giroscopio para mantener un seguimiento preciso de la dirección y detectar cambios en la velocidad y dirección del movimiento del usuario. Además, ambas unidades son alimentadas por una batería de iones de litio y están equipadas con un pin magnético que garantiza un proceso de carga adecuado entre los dispositivos y la caja de carga. Seguidamente, se muestra una ilustración detallada de los dispositivos con todos sus componentes en la figura 5.

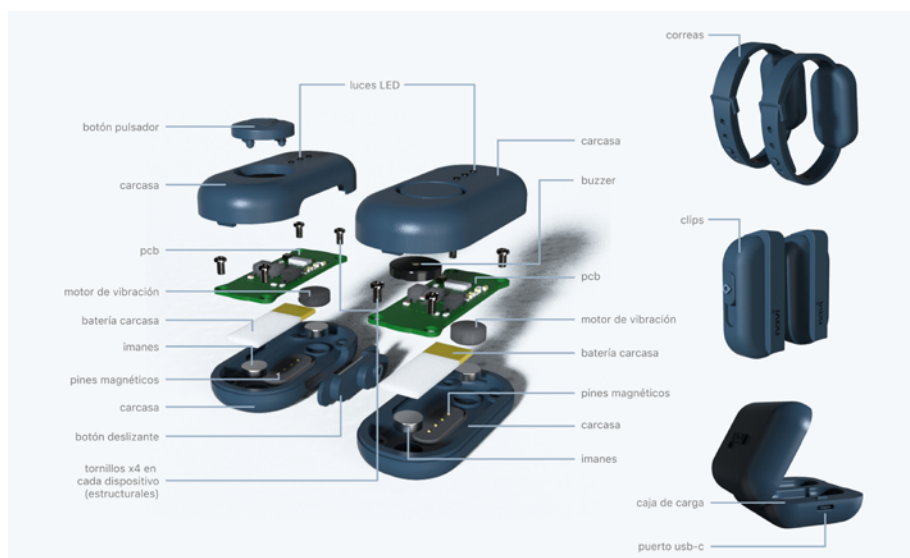


Fig. 5. Componentes de Navi.

El *gadget* está diseñado para proporcionar instrucciones de navegación mediante patrones de vibración tanto estáticos como dinámicos. Según el *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, los patrones dinámicos son ideales para ofrecer información cualitativa adicional a la direccional. Además, se destaca la importancia de prever que los usuarios puedan pasar por alto vibraciones o cometer errores de giro, por lo que las instrucciones de vibración deben repetirse varias veces. También se señala que utilizar diferentes intensidades de vibración para transmitir la proximidad a los puntos de giro y a los objetivos es efectivo [11]. A continuación, se explican los patrones de vibración definidos:

- Giro a la derecha o izquierda: si el dispositivo indica un giro a la izquierda, vibrará únicamente en el lado izquierdo; si señala un giro a la derecha, vibrará en el lado derecho. Emitirá una vibración estática de 1,5 segundos a una distancia de 30 metros de la esquina, y se repite cada 10 metros hasta llegar a la misma.
- Cruzar la carretera: cuando se deba cruzar la calle, el dispositivo vibrará de manera estática tres veces en ambas muñecas. La primera vibración, de 2 segundos, ocurrirá 30 metros antes del cruce y se repetirá cada 10 metros hasta llegar a la carretera.
- Al tomar un camino incorrecto: al detectar que se ha tomado un camino incorrecto, ambos dispositivos vibrarán de manera intermitente. Ante estas vibraciones, el usuario debe detenerse por completo y esperar la siguiente vibración, que se sentirá solo en uno de los lados del dispositivo, indicando la dirección correcta.
- Al acercarse y llegar al punto de destino: a 20 metros del destino, ambos dispositivos comenzarán a emitir una vibración leve que aumentará gradualmente a medida que el usuario se acerque. La vibración alcanzará su máxima intensidad al llegar al destino y luego cesará.

Discusión de resultados

Navi se diseña para un público meta de personas tanto nacionales como extranjeras que necesitan moverse de manera eficiente y segura en entornos urbanos, dentro y fuera del país. Dado que San José se posiciona como la sexta ciudad de América Latina más visitada por turistas [13] y que, en 2022, 485 146 turistas ingresaron directamente a centros urbanos a través del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría [14], se establece que el dispositivo puede ofrecerse tanto para consumo personal como para alquiler en aeropuertos, centros turísticos o en alguna de las 385 agencias de viajes del Valle Central [15].

El análisis de referenciales revela que no existe ningún dispositivo en el mercado que satisfaga la necesidad de navegar de manera segura en entornos urbanos. Actualmente, solo se encuentran disponibles dispositivos que ofrecen navegación o seguridad, pero no ambos en un solo dispositivo. En respuesta a esta carencia, surge *Navi* como un *gadget* innovador que proporciona una experiencia integral, especialmente en el sector turístico, para brindar a los visitantes la opción de navegar por ciudades desconocidas sin necesidad de mantener su celular en la mano constantemente para guiarse.

Se identifica que los usuarios perciben algunos dispositivos disponibles en el mercado como aparatosos o demasiado visibles, lo cual podría ser un inconveniente si lo que se desea es evitar peligro de asalto. Para brindar una solución a este problema, *Navi* se distingue por su diseño ergonómico y discreto, permitiendo a los usuarios llevarlo cómodamente y sin llamar la atención. Esto es especialmente útil para los turistas que prefieren no exhibir dispositivos caros o tecnológicos en público. Por lo que la validación con usuarios confirma esta percepción: el 100% de los participantes considera que *Navi* es discreto y expresa que utilizaría el dispositivo, no solo debido a su discreción, sino también gracias a su comodidad, proporcionada por las sujeciones de silicona.

Navi se destaca por su enfoque intuitivo en la entrega de instrucciones, al ofrecer dos puntos de vibración en el cuerpo, lo que facilita la comprensión. El uso de tecnología de vibraciones hápticas no solo garantiza la intuición en las instrucciones, sino que también permite a los usuarios mantener su atención en el entorno, mejorando así la seguridad. Esto resulta especialmente útil en entornos urbanos congestionados, donde la atención dividida puede ser riesgosa. La mayoría de los usuarios que participan en las pruebas de usuario indican que la presencia de dos dispositivos, uno para cada muñeca o lado del cuerpo, les parece beneficiosa.

Además, todos los dispositivos estudiados en los objetos referenciales tienen un solo modo de uso, es decir, no son adaptables para ser utilizados en distintas partes del cuerpo, lo que limita las opciones de acuerdo con las preferencias del usuario. Al respecto, *Navi* destaca por su versatilidad, ya que se puede colocar en distintas partes del cuerpo, utilizando brazaletes para sentir las vibraciones en las muñecas o clips para colocarlo cerca del cuello. Aunado a

esto, se considera versátil, puesto que se ofrece en una variedad de colores, para adaptarse a distintos gustos de los usuarios, como se ilustra en la figura 6.

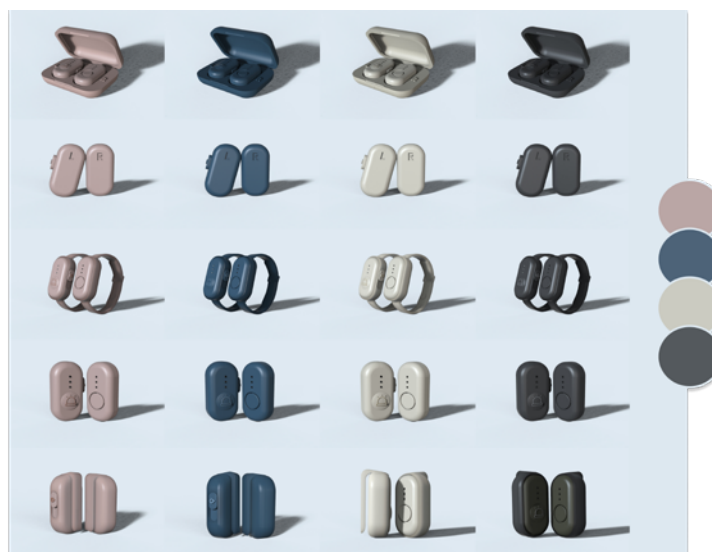


Fig. 6. Variedad de colores disponibles

Por último, el dispositivo diseñado se destaca por su capacidad de conectarse con teléfonos móviles a través de una aplicación, como se ilustra en la figura 7. Esta funcionalidad le permite a los usuarios compartir su ubicación en tiempo real con contactos de confianza, asegurando que se sientan acompañados durante su viaje, incluso al explorar lugares desconocidos. Además, esta característica permite que los contactos monitoreen el progreso del usuario, brindando tranquilidad tanto al viajero como a sus seres queridos. En situaciones de emergencia, la capacidad de compartir la ubicación instantáneamente puede ser crucial.



Fig. 7. Aplicación móvil Navi

En conjunto, *Navi* ofrece una experiencia de navegación intuitiva, segura y adaptable a las necesidades y preferencias de los usuarios en entornos urbanos dinámicos y concurridos. Además, es importante destacar que *Navi* ha sido validado y bien recibido por los usuarios durante las pruebas de usuario, donde los participantes expresaron su satisfacción y disposición para utilizar el dispositivo.

A pesar de la aceptación generalizada de *Navi* entre los usuarios, se reconoce que siempre existe espacio para el crecimiento y el desarrollo de futuras versiones del producto. La investigación actual sugiere varias áreas para investigaciones futuras y posibles desarrollos. Por ejemplo, se podría investigar la efectividad del dispositivo en entornos urbanos específicos, evaluando su rendimiento en ciudades con diferentes características arquitectónicas y niveles de congestión. Además, se podrían realizar estudios de accesibilidad a fin de analizar la posibilidad de desarrollar versiones adaptadas para usuarios no videntes, comprendiendo sus necesidades y expectativas al movilizarse en la ciudad.

Por otro lado, la integración con servicios de transporte público y sistemas de información de vehículos también podría ser objeto de investigación, permitiendo a los usuarios planificar rutas que incluyan opciones de transporte público y recibir indicaciones mientras conducen. Finalmente, se podría evaluar la implementación de un sistema de conteo de pasos y calorías en *Navi*, que brinde a los usuarios la capacidad de monitorear su actividad física mientras navegan por la ciudad, promoviendo un estilo de vida saludable y proporcionando información valiosa sobre su ejercicio diario. Estas áreas de investigación representan oportunidades emocionantes para mejorar aún más la funcionalidad y la utilidad del *gadget* en el futuro.

Conclusiones

La investigación y desarrollo de *Navi* han proporcionado un entendimiento sobre la integración de tecnologías de navegación y seguridad en un dispositivo portátil único, abordando una necesidad insatisfecha en el mercado actual. Al analizar las problemáticas relacionadas con las aplicaciones de navegación digital en entornos urbanos y las deficiencias en las soluciones existentes, se ha diseñado una herramienta innovadora que minimiza las distracciones y mejora la seguridad de los peatones.

El uso de patrones de vibración dinámicos y estáticos ha demostrado ser eficaz para proporcionar instrucciones de navegación claras e intuitivas, permitiendo a los usuarios mantener su atención en el entorno sin tener que consultar constantemente sus teléfonos móviles. Además, la combinación de tecnologías de navegación con funciones de seguridad, como la alarma de emergencia y la capacidad de compartir la ubicación en tiempo real, ofrece una solución completa que no está disponible en los dispositivos actuales del mercado.

Estos hallazgos pueden aplicarse al diseño de otros dispositivos portátiles, mejorando su funcionalidad y la experiencia del usuario en diversas aplicaciones. Además, se vislumbran

oportunidades para desarrollar dispositivos similares adaptados para usuarios con discapacidades visuales, lo que transformaría su independencia y movilidad en entornos urbanos. La continua evolución de estas tecnologías podría conducir a mejoras significativas en la calidad de vida y seguridad de los usuarios en diversos contextos.

Referencias

- [1] C. González, “Te hace el Google Maps menos inteligente? Cómo la dependencia del GPS está afectando el cerebro”, *Computer Hoy*, <https://computerhoy.com/tecnologia/te-hace-google-maps-menos-inteligente-dependencia-tecnologia-afectando-cerebro-1310300> (Consultado 28 feb, 2024)
- [2] A. L. O’Dell, A. J. Filtness, y A. P. Morris, “Predicting the intention of distracted pedestrians at road crossings,” *Accident Analysis & Prevention*, vol. 173, pp. 1-3, may., 2022, Consultado: 29 feb, 2024. doi: 10.1016.2022.106707 [En línea] Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457522001439>
- [3] J. Murray, “People texting while walking more likely to have accidents, study confirms”, *The Guardian*, <https://www.theguardian.com/society/2023/aug/08/people-texting-while-walking-more-likely-to-have-accidents-study-finds> (Consultado 02 mar, 2024)
- [4] “Caminar y usar el celular al mismo tiempo aumenta el riesgo de lesiones, según expertos,” *Los Tiempos*, <https://www.lostiempos.com/tendencias/salud/20240124/caminar-usar-celular-al-mismo-tiempo-aumenta-riesgo-lesiones-expertos> (Consultado 02 mar, 2024)
- [5] P. Nolan, “Mobile Phone Theft - How at Risk Are You?”, *Switched On Insurance*, <https://www.switchedoninsurance.com/blog/mobile-phone-theft-are-you-at-risk/> (Consultado 03 mar, 2024)
- [6] M. Heid, “Caminar y usar el celular al mismo tiempo altera la marcha y aumenta el riesgo de lesiones,” *Infobae*, <https://www.infobae.com/america/the-new-york-times/2024/01/23/el-telefono-que-llevas-en-la-mano-cambia-tu-manera-de-caminar/> (Consultado 03 mar, 2024)
- [7] N. Khan Dim, X. Ren, “Investigation of suitable body parts for wearable vibration feedback in walking navigation”, *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 97, pp. 34-44, ene., 2017, Consultado: 31 mar, 2024. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.08.002> [En línea] Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S107158191630088X>

- [8] B. Rutter, "The Ergonomics of Wearable Designs: Part 1" Medical Design Briefs, <https://www.medicaldesignbriefs.com/component/content/article/33734-the-ergonomics-of-wearable-designs-part-1> (Consultado 22 mar, 2024)
- [9] R. Avila, L.R. Prado, E.L. González, "*Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile*" 2ª ed. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara, 2007. [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
- [10] T. Liao, K. Tanner, E. F. MacDonald, "Revealing insights of users' perception: an approach to evaluate wearable products based on emotions", Design Science, vol. 6, pp. 1-18, jul., 2020, Consultado: 29 mar, 2024. doi:10.1017/dsj.2020.7 [En línea] Disponible: <https://www.cambridge.org/core/journals/design-science/article/revealing-insights-of-users-perception-an-approach-to-evaluate-wearable-products-based-on-emotions/71D82B98DA1D18B0DB5164FBFEA10530>
- [11] M. Cho, E. Seung Jung, "Design of Haptic Feedback Pattern and Layout for Bracelet-type Wearable Devices", Journal of the Ergonomics Society of Korea, enero 2023, Consultado: 02 abr, 2024. doi: 10.5143/JESK.2022.41.6.531. [En línea]. Disponible: https://jesk.or.kr/archive/detail/308?is_paper=y
- [12] Y. Wang, B. Millet, J.L. Smith, "Designing wearable vibrotactile notifications for information communication", International Journal of Human-Computer Studies, vol. 89, pp. 24-34, mayo 2016, Consultado: 04 abr, 2024. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.01.004> [En línea] Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1071581916000057>
- [13] K. Barquero, "San José es la sexta ciudad latinoamericana más visitada", La República, <https://www.larepublica.net/noticia/san-jose-es-la-sexta-ciudad-latinoamericana-mas-visitada> (Consultado 06 mar, 2024)
- [14] Instituto Costarricense de Turismo, "Metadatos de los indicadores realizados por el ICT", ICT, <https://www.ict.go.cr/es/documentos-institucionales/estad%C3%ADsticas/cifras-tur%C3%ADsticas/edad-y-sexo/2410-2022-5/file.html> (Consultado 06 mar, 2024)
- [15] "Agencias de Viaje y Operadores Turísticos en Costa Rica", Esencial Costa Rica, <https://www.visitcostarica.com/es/costa-rica/planning-your-trip/local-agency> (Consultado 06 mar, 2024)

- [16] M. González Ramírez. “Funciones del producto” presentado en Diseño 5, Cartago, Costa Rica, 18 abr., 2024, pp. 7-8.
- [17] M. González Ramírez. “Lección 09 - Etapa 03: Definiendo la funcionalidad.” presentado en Diseño 5, Cartago, Costa Rica, 11 abr., 2024, pp. 1-5.
- [18] M. González Ramírez. “Lección 12 - Etapa 04: Comprobando la solución.” presentado en Diseño 5, Cartago, Costa Rica, 2 may., 2024, pp. 1-6.
- [19] M. González Ramírez. “Lección 13 - Etapa 04: Comprobando la solución.” presentado en Diseño 5, Cartago, Costa Rica, 9 may., 2024, pp. 4-7.
- [20] M. González Ramírez. “Lección 06 - Etapa 02: Definiendo la forma.” presentado en Diseño 5, Cartago, Costa Rica, 14 mar., 2024, pp. 7-10.



Diseño de un dispositivo inteligente automatizado para facilitar el compostaje doméstico

Design of an automated smart device to facilitate home composting

José P. Brizuela-Solís ¹
 Katarina Castro-Umaña ²
 Lauren Segura-Morales ³

J. Brizuelas, K. Castro y L. Segura "Diseño de un dispositivo inteligente automatizado para facilitar el compostaje doméstico", IDI+, vol. 7 no 2, Ene., pp. 20-35, 2024.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v7i2.7727>

Fecha de recepción: 6 de junio de 2024

Fecha de aprobación: 5 de setiembre de 2024

1. José P. Brizuela-Solís
 Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
 Instituto Tecnológico de Costa Rica
 Cartago, Costa Rica
 jpbrizuela@estudiantec.cr
 0009-0006-6424-4575

2. Katarina Castro-Umaña
 Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
 Instituto Tecnológico de Costa Rica
 Cartago, Costa Rica
 katarinacastro@estudiantec.cr
 0009-0003-4866-4762

3. Lauren Segura-Morales
 Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
 Instituto Tecnológico de Costa Rica
 Cartago, Costa Rica
 laurensegura@estudiantec.cr
 0009-0001-1834-8318

Resumen

La gestión de residuos orgánicos es un desafío significativo en todo el mundo, ya que estos representan un 37% de los residuos sólidos urbanos. Por lo que Composty surgió como una solución innovadora para facilitar el compostaje doméstico, automatizando procesos clave y reduciendo el esfuerzo manual requerido. Este dispositivo inteligente detectó y trituró los residuos, mezcló y monitoreó constantemente las condiciones del compostaje, proporcionando datos en tiempo real a través de una aplicación móvil.

El propósito de esta investigación fue diseñar y evaluar la efectividad de Composty en la gestión de residuos orgánicos en entornos urbanos. La metodología incluyó el desarrollo de un prototipo funcional y la realización de pruebas para medir su eficiencia y facilidad de uso. Los principales resultados indicaron que Composty pudo reducir significativamente el tiempo y esfuerzo necesarios para el compostaje, promoviendo una mayor adopción de esta práctica sostenible.

Por su parte, las conclusiones destacaron el potencial de Composty para transformar la gestión de residuos orgánicos, contribuyendo a la reducción de residuos en vertederos y fomentando prácticas más sostenibles. Este dispositivo no solo facilitó el proceso de compostaje, sino que también empoderó a los usuarios para tomar un rol activo en la protección del medioambiente. Finalmente, la investigación demostró que, con Composty, el compostaje pudo ser accesible y eficiente para cualquier hogar, independientemente de sus conocimientos.

Palabras clave

Compostaje; residuos orgánicos; automatización; sostenibilidad; dispositivo inteligente.

Abstract

Organic waste management was a significant global challenge, accounting for 37% of urban solid waste. Composty emerged as an innovative solution to facilitate home composting by automating key processes and reducing the required manual effort. This smart device detected and shredded waste, automatically mixed and aerated it, and continuously monitored composting conditions, providing real-time data via an app.

The purpose of this research was to design and evaluate the effectiveness of Composty in managing organic waste in urban settings. The methodology included developing a functional prototype and conducting tests to measure its efficiency and ease of use. Key results indicated that Composty could significantly reduce the time and effort needed for composting, promoting greater adoption of this sustainable practice.

Conclusions highlighted Composty's potential to transform organic waste management, contributing to landfill waste reduction and fostering more sustainable practices. This device not only simplified the composting process but also empowered users to take an active role in environmental protection. The research demonstrated that with Composty, composting could be accessible and efficient for any household, regardless of their knowledge.

Keywords

Composting; organic waste; automation; sustainability; smart device.

Introducción

En el contexto actual el desafío que presenta Costa Rica sobre la disposición final de desechos orgánicos y la preocupación por el medioambiente, el compostaje emerge como una solución clave para reducir la cantidad de desechos orgánicos que terminan en vertederos. Sin embargo, a pesar de su potencial para mitigar el impacto ambiental, el compostaje enfrenta varios desafíos, en especial en entornos urbanos densamente poblados donde el espacio es limitado. Por lo que se pretende abordar la importancia de la problemática de la disposición final de desechos orgánicos orientado al compostaje en espacios reducidos, examinando sus causas, consecuencias y la necesidad de encontrar soluciones accesibles y efectivas.

A nivel mundial, solo el 5,5% de los residuos se compostan, mientras que el compostaje doméstico tiene el potencial de recuperar hasta 150 kg de residuos de alimentos por hogar al año [1]. Dicho porcentaje refleja una pérdida en la gestión sostenible de los residuos, pero los desechos orgánicos pueden reducirlos con el compostaje y convertirlos en un recurso valioso para la agricultura y jardinería.

Los desechos orgánicos representan un 37% en los residuos sólidos urbanos generados, evidenciando una diferencia entre el potencial del compostaje y su implementación efectiva [2]. Esta disimilitud surge por diversos factores, entre ellos, la falta de conocimiento de la población sobre cómo disponer adecuadamente de los desechos orgánicos y la falta de conciencia sobre los beneficios del compostaje.

En Costa Rica, durante el 2020, solo se logró recuperar el 6% de los residuos orgánicos, una cifra notablemente baja si se consideran los 1,459,288 kilogramos de residuos orgánicos producidos en ese período [3]. Varias causas contribuyen a esta baja tasa de compostaje, como la falta de conciencia ambiental, la limitación de espacio, la desinformación, el esfuerzo físico requerido y las preocupaciones asociadas. Estos factores dificultan que las personas adopten prácticas de compostaje en sus hogares o lugares de trabajo [4].

Las consecuencias de no abordar adecuadamente el problema del compostaje son significativas. Según una investigación previa, existen métodos aplicables al compostaje,

pero ninguno abarca el objetivo de facilitar al usuario su proceso ni implementa tecnologías modernas respectivamente. Por lo que, a partir de esto, surge la oportunidad de desarrollar un dispositivo cuyo objetivo principal es facilitar el proceso tedioso del compostaje mediante funciones inteligentes que ayuden y automaticen el proceso.

Debido a lo anterior, esta investigación tiene un impacto sobresaliente en aspectos ecológicos y tecnológicos; por lo que, para abordar esta problemática, es crucial implementar disposiciones que simplifiquen y promuevan el compostaje, a través de la educación de los usuarios y las soluciones adaptadas con la integración de tecnología que podría mejorar la experiencia de uso e incrementar esta práctica en entornos con limitación de espacio. Finalmente, la importancia de abordar este tema radica en su potencial para mitigar una serie de problemas ambientales y sociales que se enfrentan en la actualidad.

Metodología

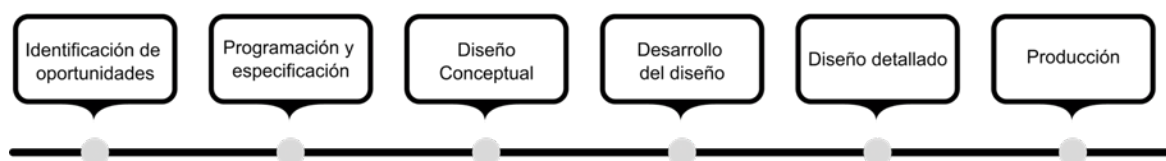


Fig. 1. Etapas del método proyectual según Milton y Rodgers.

Método proyectual según Milton y Rodgers

Para el desarrollo del proyecto, se seleccionó la metodología propuesta por Milton y Rodgers [5], que tiene un enfoque sistemático para el diseño y la resolución de problemas. Esta se conformó de seis fases que introducen el concepto de ciclo iterativo, es decir, la necesidad de volver a una fase anterior para obtener información que permita avanzar en el proyecto. Por lo tanto, se consideró que es la mejor metodología para abordar una solución a la necesidad planteada en el proyecto.

1. Identificación de oportunidades:

En esta etapa se identificó los problemas que debían resolverse, las necesidades y los deseos del cliente. Para reconocer esta problemática, se realizó una investigación etnográfica previa a fin de identificar la situación actual en los hogares. Se utilizaron dos herramientas: la primera, observación a personas expertas, intermedias y novatas en la práctica del compostaje, tomando evidencia del paso a paso sobre la disposición de los desechos orgánicos generados. La segunda herramienta fue la entrevista a los usuarios observados anteriormente de manera presencial, para que proporcionaran información sobre preguntas del proceso del compostaje, métodos o cualquier comentario de relevancia.

2. Programación y especificación

Se desarrolló en esta fase un análisis de un diseño de producto y de las necesidades del cliente. Una vez identificada la necesidad principal de los usuarios, se clasificó la información en un listado de los requerimientos y requisitos para jerarquizar los datos y orientar la propuesta de mejor manera. Posteriormente, se realizó un análisis ergonómico y perceptual con el fin de identificar dimensiones, morfologías y carga cognitiva del producto a realizar, determinando un posible *look & feel* del dispositivo.

3. Diseño conceptual

A partir de esta fase, cada integrante del equipo de diseño realizó de forma individual diferentes propuestas de diseño a base de bocetos, las cuales debían cumplir con la lista de requerimientos/requisitos anteriormente formulada y el concepto de diseño planteado. Además, se seleccionó una propuesta que se ajustaba de manera adecuada a las necesidades de los usuarios según los parámetros establecidos.

4. Desarrollo del diseño

En esta fase fue necesario mejorar el concepto seleccionado hasta transformarlo en un producto con las especificaciones de diseño requeridas. Posterior a la selección definitiva, se inició con la definición de la funcionalidad y objetivos claros, desarrollo de planos y modelado 3D, además de un prototipado de bajo costo. Se materializó la idea físicamente y se inició con una programación simple del sistema, con el fin de encontrar todas las mejoras y sugerencias pertinentes.

5. Diseño detallado

Esta etapa consistió en el proceso de transformación del concepto a un diseño más detallado, en sus especificaciones de fabricación como sus dimensiones y dibujos. Se estableció el prototipo definitivo en el que su acabado perceptual incluyó todos los detalles planteados anteriormente en los bocetos, sus dimensiones se realizaron con base en los planos planteados, y se sometió a prueba con una pequeña cantidad de usuarios para comprobar la usabilidad, funcionalidad, interacción y percepción del producto para un desarrollo más elaborado con base en los principios del funcionamiento del dispositivo.

6. Producción

En esta fase se determinó cómo se iba a fabricar el producto y se decidió qué proceso y técnicas de manufactura se debían emplear en su fabricación. Como última etapa del proceso, se seleccionaron los componentes, materiales y métodos de transformación definitivos para que el producto pudiera ser desarrollado de forma industrial. Además, se llevó a cabo una

investigación complementaria que se ajustó como base para contar con todo lo necesario para el desarrollo total del dispositivo de forma funcional.

Resultados

Composty fue diseñado para facilitar el proceso del compostaje, educando a los usuarios con una solución más eficiente y adaptable a espacios reducidos. Se diseñó para simplificar el proceso del compostaje, automatizando tantas tareas como sea posible para reducir la carga de trabajo del usuario. Entre estas tareas se presentó el depósito de desechos, triturado, mezclador de residuos y sensores recolectores de datos como la temperatura y peso. Además, incluyó una aplicación móvil que proporcionaba orientación y educación sobre cómo compostar de manera efectiva. Un dispositivo orientado a personas ocupadas, familias, amantes de la jardinería y aquellos interesados en reducir su impacto ambiental.



Fig. 2. Lámina explicativa sobre funcionamiento, partes y componentes.

En la figura 2, se observa la lámina explicativa de Composty en la que los sistemas de funcionamiento, partes y componentes lo integran. Un dispositivo caracterizado como electrodoméstico para interiores, ajustable a lugares reducidos como cocinas, patios o balcones. Su tamaño se consideró para ser visto y cumplir con su tarea principal.

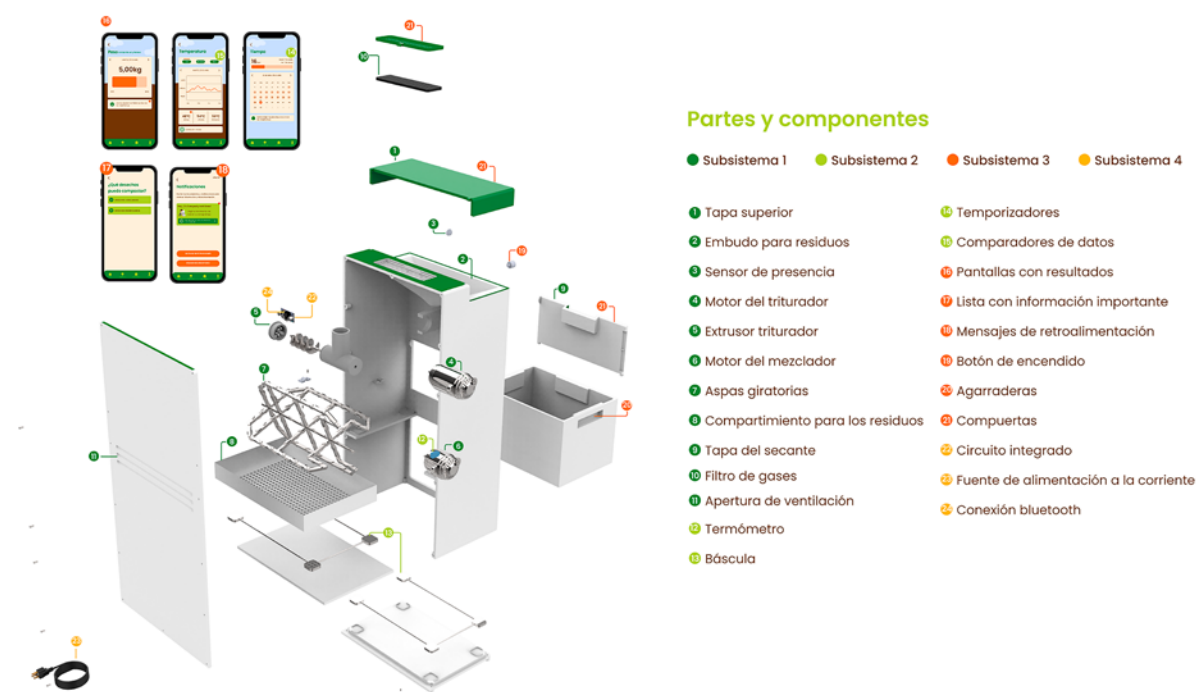


Fig. 3. Exploso de partes y componentes que conforman el dispositivo.

Composty es un *gadget* con tres funciones inteligentes y dos prácticas que cumplieron la tarea de facilitar el proceso del compostaje. En modo de detalle en la figura 3, se muestra el exploso del dispositivo, en el que se visualiza todas las partes respectivamente que lo complementan.

Funciones inteligentes

Sensor de movimiento: detectó la actividad de movimiento al depositar un desecho orgánico y activó actuadores como el triturador con mayor eficiencia.

Báscula: midió el peso del compostaje para un control más preciso de la capacidad del compostaje, a su vez, proporcionó los datos por medio de una interfaz (aplicación móvil).

Sensor de temperatura: permitió monitorear la temperatura y humedad para optimizar el proceso de compostaje, a su vez, proporcionó los datos por medio de la interfaz (aplicación móvil).

Funciones prácticas

Sistema de rotación: agitador que movió a una velocidad media para automatizar la aireación y el volteo de los residuos orgánicos, acelerando la descomposición.

Sistema de triturado: trituradora eléctrica que cortó los desechos orgánicos en trozos pequeños para acelerar el proceso de descomposición y ahorrar tiempo de forma automática.

Lenguaje visual



Fig. 4. Interacción con el usuario.

Composty se diseñó para agrupar un conjunto de tareas en un solo dispositivo, por lo que se caracterizó por tener dimensiones grandes, pero ajustable a espacios urbanos, su acabado fue planificado para indicarle al usuario las zonas de interacción respectivas. Además, contó con un interruptor para encender y apagar el *gadget* según la usabilidad del usuario, así como conectar el *gadget* a la interfaz (aplicación móvil). En la figura 4, se puede observar el prototipo con su acabado e interacción con el usuario.

Usabilidad

Manual de usuario: se desarrolló un manual que le indica al usuario cómo utilizar paso a paso su dispositivo inteligente, con el fin de orientar el buen uso de este. El manual incluyó ilustraciones para una mejor explicación, así como poco texto con todas las funciones que integran al *gadget* para no sentir dificultad a la hora de empezar a utilizarlo.



Fig. 5. Interacción y usabilidad con el dispositivo.

Interacción: según se mostró en la figura 5, el usuario tuvo tres momentos directos en los que interactúa con el dispositivo; en primer lugar, la disposición de desechos en el que activó la trituradora de forma automática con el sensor de movimiento; en segundo, cuando colocó el secante a mitad del proceso y tiempo después a la hora de retirar el abono producido una vez terminado el proceso del compostaje. Además, de forma indirecta se pudo interactuar con el dispositivo por medio de la aplicación móvil para optar por un control de información, tiempo y datos necesarios del proceso.

Eficiencia: se planificó como objetivo implementar la facilidad y disminución de esfuerzo sobre el proceso del compostaje, simplificando la trituración y rotación de los desechos orgánicos en un contexto donde los usuarios lograron implementar prácticas sostenibles en sus hogares. sin requerir de una gran parte de su tiempo.

Motivación: por otro lado, el dispositivo contó con el objetivo de fomentar la motivación de los usuarios hacia el proceso del compostaje. Mediante la implementación de un sistema de retroalimentación positiva, en el cual pudo monitorear su avance en cada etapa del proceso y logró visualizar datos relevantes para optar por una mejor práctica ambiental.

Discusión

El proceso de desarrollo e implementación de Composty se define en función de la facilidad del proceso de compostaje en el hogar a través de tareas automatizadas y tecnología inteligente. Composty se caracteriza por la facilidad de uso para el usuario, quien debe conectar el dispositivo a la corriente y realizar la operación del dispositivo para depositar los desechos orgánicos. El dispositivo tritura, mezcla y monitorea la composta a través de una aplicación que envía datos en tiempo real.

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos durante las diversas pruebas realizadas al prototipo Composty. Las pruebas abarcan la usabilidad, percepción, funcionalidad e interacción, proporcionando una visión integral de su rendimiento y áreas de mejora.

Prueba de usabilidad

Se evalúan las siguientes tareas: encender el dispositivo, abrir la compuerta superior para simular el depósito de desechos orgánicos, abrir la compuerta frontal para añadir secante y retirar el abono (compostaje).

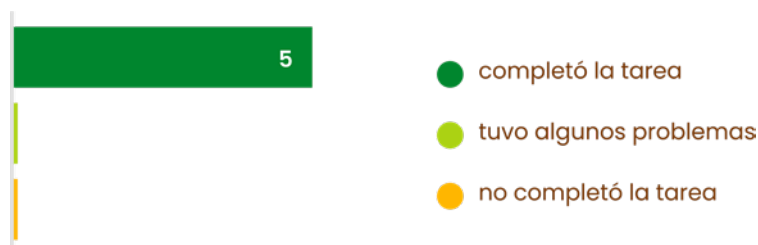


Fig. 6. Resultados promedio de las pruebas de usabilidad.

Resultados de prueba de usabilidad

- Encendido del dispositivo: todos los usuarios logran encender el *gadget* sin dificultades, gracias a la clara señalización del botón de encendido.
- Apertura de la compuerta superior: el diseño ergonómico de la agarradera facilita que los usuarios puedan abrir la compuerta de manera segura y efectiva.
- Apertura de la compuerta frontal: la agarradera ergonómica permite una manipulación fácil para añadir el secante.
- Retiro del abono: la agarradera frontal y las laterales facilitan el acceso al compostaje, permitiendo una manipulación segura y cómoda.

Prueba de percepción

Los usuarios evalúan varios aspectos del dispositivo, incluyendo su funcionalidad, etiquetado, modernidad, intuitividad y tamaño.

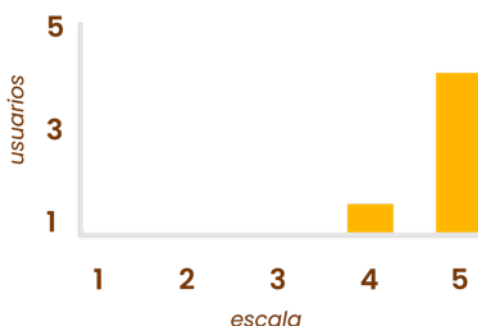


Fig. 7. Resultados promedio de las pruebas de percepción.

Resultados de prueba de percepción

- Funcionalidad y propósito de uso: la mayoría de los usuarios consideran que el dispositivo cumple medianamente su propósito, sugiriendo que el color podría mejorarse para evitar confusiones con otros objetos.
- Etiquetado y señalización: el etiquetado del botón de encendido/apagado es bien recibido.

- Modernidad y actualización: cuatro de cinco usuarios perciben el dispositivo como moderno y actualizado, sugiriendo añadir otro color para un acabado más atractivo.
- Intuitivo: la simplicidad de las interacciones es valorada positivamente.
- Tamaño: aunque el tamaño es percibido como algo grande, se justifica por las funciones inteligentes y la capacidad de almacenamiento.

Prueba de funcionalidad

Se evalúa la precisión de la lectura de la temperatura, la medición del peso y la sensibilidad del sensor de movimiento.



Fig. 8. Resultados promedio de las pruebas de funcionalidad.

Resultados de prueba de funcionalidad

- Lectura de temperatura: los usuarios observan las lecturas en tiempo real a través del *software* Arduino, sugiriendo la inclusión de un indicador led para mostrar si la temperatura es correcta.
- Medición del peso: la precisión de la báscula es validada mediante la medición del peso en la pantalla de la computadora.
- Sensibilidad del sensor de movimiento: los usuarios comprueban la activación del motor simulando el sistema de triturado al detectar movimientos.

Prueba de interacción

Se evalúa la conexión de Composty a la aplicación, la observación de la temperatura, peso, tiempo restante y notificaciones, la adición de recordatorios y la búsqueda de información sobre el compostaje.



Fig. 9. Resultados promedio de las pruebas de interacción.

Resultados de prueba de interacción

- Conexión a la aplicación: los usuarios logran conectar Composty siguiendo las indicaciones de la aplicación.
- Monitoreo en la aplicación: la mayoría de los usuarios encuentran fácilmente la información de temperatura, peso y tiempo en la página principal de la aplicación.
- Notificaciones y recordatorios: un usuario tiene problemas con la sección de notificaciones, sugiriendo una mejora en la visualización del ícono.
- Información sobre compostaje: los usuarios tienen dificultades para encontrar la información, recomendando cambiar o titular mejor el ícono correspondiente.

En general, el prototipo Composty muestra ser fácil de usar y funcional, destacando algunas áreas donde se podrían realizar mejoras como las siguientes:

- Usabilidad: se mejora el diseño del cajón deslizante para facilitar su uso, empleando el color en las zonas de interacción.
- Interfaz de usuario: se ajustan algunos íconos en la aplicación para mejorar la claridad y accesibilidad de la información al momento de su uso.
- Ergonomía: el diseño ergonómico es adecuado, ya que las dimensiones se adaptan adecuadamente a los usuarios.
- Funciones inteligentes: las funciones de temperatura, peso, rotación y triturado son coherentes y efectivas.

A continuación, también se presenta una comparación con otros sistemas existentes para contextualizar mejor los avances de Composty.

TABLA I
TABLA DE COMPARACIÓN

Producto	Características	Ventajas	Desventajas
KAGURA [6]	Compostaje con jardín interior	Genera energía lumínica, sensor de temperatura y humedad	Solo para uso interior, tamaño limitado
FOG SMART [7]	Redirige humedad a plantas	Material poroso y resistente	Requiere conexión eléctrica constante
BRAUN ENVI [8]	Convierte desechos en abono	Acelera compostaje, sin mal olor	Potencial para introducir material incorrecto
TERRAVIVA [9]	Convierte desechos en abono	Procesa 7 kg de residuos, sin mal olor	Necesita conexión eléctrica periódica
TOGGLE [10]	Transforma residuos en abono y aserrín	Eficiente, diseño compacto	Limitación de espacio, no control remoto
RE-CAN [11]	Convierte residuos en abono líquido	Sistema eficiente, diseño compacto	Limitación de espacio para residuos
HIFA COFFEE [12]	Recicla posos de café	Realiza doble función, no requiere corriente	Contacto con café puede ser desagradable
ECOBOL [13]	Compostaje con lumbricultura	No necesita corriente, sin mal olor	Limitación de espacio y capacidad
FOODCYCLER [14]	Tres fases: secado, triturado, enfriamiento	Proceso silencioso e inodoro	Tamaño y capacidad limitados
SEPURA [15]	Tritura, recolecta y separa líquidos	Auto limpieza, detector de artículos	Instalación complicada, espacio limitado

Nota: Se muestra una comparación con otros sistemas existentes para contextualizar mejor los avances de Composty.

Ventajas de Composty

- **Automatización completa:** Composty automatiza la detección, trituración, mezcla y monitoreo del compostaje, reduciendo significativamente el esfuerzo manual y mejorando la eficiencia del proceso.
- **Interfaz inteligente:** la integración con una aplicación permite al usuario monitorear el proceso en tiempo real y recibir notificaciones sobre el estado del compostaje, como peso y humedad.
- **Adaptabilidad y facilidad de uso:** Composty es adecuado para entornos urbanos, siendo compacto y fácil de usar, lo que facilita su adopción en hogares con diferentes tamaños y configuraciones.

Identificación de necesidades futuras

- **Optimización de tamaño y capacidad:** investigaciones futuras podrían enfocarse en adaptar Composty para espacios aún más reducidos y aumentar su capacidad de procesamiento de residuos.

- Integración de indicadores visuales: implementar indicadores led adicionales en el dispositivo para proporcionar información instantánea sobre el estado del compostaje sin necesidad de consultar la aplicación.
- Mejora del diseño: continuar mejorando el diseño estético para asegurar que Composty se integre bien en diferentes ambientes domésticos, como cocinas y jardines.
- Educación y apoyo al usuario: desarrollar más materiales educativos y funciones en la aplicación que brinden consejos e información sobre el compostaje, promoviendo una mayor participación y comprensión del proceso.

Conclusiones

La investigación y desarrollo del dispositivo Composty representa un avance significativo en la disposición de desechos orgánicos, ya que parte de los descubrimientos con los usuarios radica en que las personas difieren con el proceso por diversos factores, como la falta de conocimiento sobre cómo gestionar adecuadamente los desechos orgánicos y la falta de conciencia sobre los beneficios del compostaje. Por lo que este dispositivo implementa funciones que facilitan y rompen con la barrera tediosa del método, al incluir sistemas tecnológicos que simplifican la tarea y ayudan a tener un mayor control del proceso.

Composty aborda de manera efectiva el objetivo principal, al facilitar el proceso del compostaje de forma eficiente, es una solución bien recibida para aquellas personas interesadas en implementar prácticas sostenibles a su vida diaria. Al incorporar sensores inteligentes como la temperatura y peso que permiten monitorear el proceso, optimizar las condiciones de descomposición y logra obtener compostaje de mayor calidad.

La gestión efectiva de los desechos orgánicos mediante el compostaje en espacios reducidos es crucial para avanzar hacia un futuro más sostenible. Por esta razón, el dispositivo identifica una necesidad que logra abordar las dificultades de la práctica en diferentes espacios y desarrollar soluciones adaptadas a las limitaciones de los usuarios. Al hacerlo, se da un paso importante hacia la creación de comunidades más resilientes, saludables y respetuosas con el medioambiente.

Los aportes más importantes en el proyecto se identifican en las pruebas de usuarios en las que cada fase o prueba fue pensada para comprobar el funcionamiento completo del dispositivo, donde se identifican las posibles modificaciones y correcciones, que abren paso a una investigación futura para la mejora continua del dispositivo.

Se reconoce que la investigación ha presentado desafíos como la adaptación de tecnologías a un contexto poco relacionado con este, por lo que, para futuras iteraciones, se motiva la investigación profunda de diferentes métodos de compostaje, uso de materiales que se

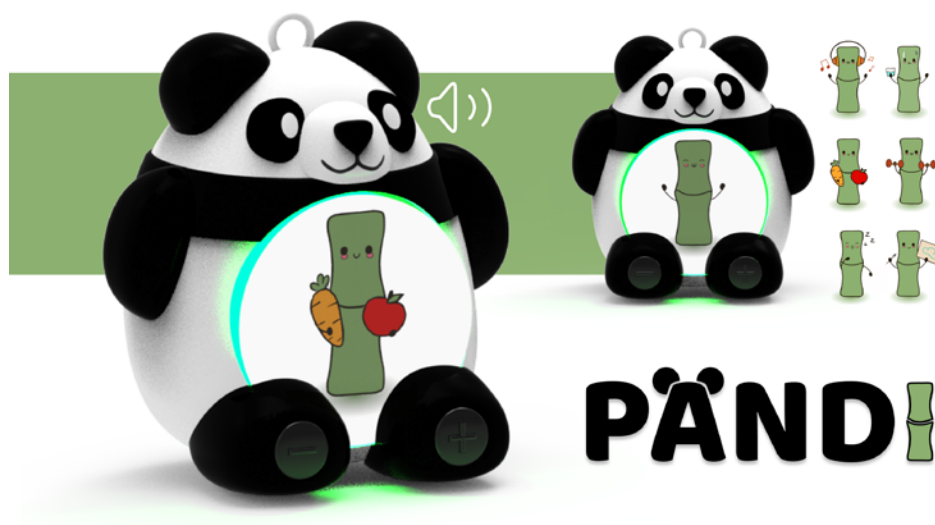
consideren más adecuados y un análisis de procesos de fabricación que mitiguen el daño al medioambiente de forma significativa. Además, considerar emisión de gases (olores no agradables) y el proceso de limpieza.

Para finalizar, se espera que el dispositivo Composty tenga una posible utilización en un entorno real, ya que la disposición final de desechos orgánicos orientada al compostaje en espacios reducidos presenta un desafío que requiere atención urgente. Además, que la materia orgánica de uso común es producida en absolutamente todos los hogares, por lo que este proyecto identifica una necesidad significativa. Por lo que Composty proporciona una base a versiones futuras y posibles mejoras del dispositivo con el fin de crear conciencia y mitigar un impacto ambiental.

Referencias

- [1] Genia Bioenergy, “Daño medioambientales de una mala gestión de los residuos orgánicos”, Genia Bioenergy, <https://geniabioenergy.com/dano-medioambientales-de-una-mala-gestion-de-los-residuos-organicos/> (Consultado 11, mar., 2024).
- [2] National Geographic, “Innovación y reciclaje”, National Geographic, https://www.nationalgeographic.com/es/mundo-ng/actualidad/innovacion-y-reciclaje-2_13839 (Consultado 11, mar., 2024).
- [3] Ministerio del Medio Ambiente, “Compostaje: Una innovación para combatir el Cambio Climático”, Ministerio del Medio Ambiente, <https://mma.gob.cl/compostaje-una-tendencia-para-combatir-el-cambio-climatico-2/> (Consultado 11, mar., 2024).
- [4] Instituto Nacional de Estadística y Censos, “Sistema de indicadores ODS 2021. Tomo II: Análisis de indicadores” Instituto Nacional de Estadística y Censos y Sistema de Estadística Nacional, San José, Costa Rica, 978-9930-525-67-8, dic., 2022, Consultado: 11, mar. 2024. [En línea]. Disponible: https://admin.inec.cr/sites/default/files/2022-12/reodsinec_tomoi_2021.pdf
- [5] P. Rodgers y A. Milton, “Product Design”. King Publ., Laurence, 2011.
- [6] S. McNulty, ¡Este sistema de compost autosostenible convierte los restos de comida en un próspero jardín interior!, Yanko Design, <https://www.yankodesign.com/2020/10/20/this-self-sustaining-compost-system-turns-your-food-scraps-into-a-thriving-indoor-garden/> (Consultado 12, mar., 2024).
- [7] T. Joshi, “Combinando naturaleza y tecnología para el cuidado sostenible de las plantas”, Yanko Design, <https://www.yankodesign.com/2024/01/03/combining-nature-and-technology-for-sustainable-plant-care/> (Consultado 12, mar., 2024).
- [8] R. Seth, “Compost Dustbin” Yanko Design, <https://www.yankodesign.com/2009/08/28/compost-dustbin/> (Consultado 12, mar., 2024).

- [9] R. Seth, “Recycle kitchen waste for the sake of your plants”, Yanko Design, <https://www.yankodesign.com/2009/03/03/recycle-kitchen-waste-for-the-sake-of-your-plants/> (Consultado 12, mar., 2024).
- [10] P. ByeongKyu, “Toggle”, Reddot, <https://www.red-dot.org/project/toggle-54324> (Consultado 12, mar., 2024).
- [11] K. Van Steenberge, “ReCan”, Behance, <https://www.behance.net/gallery/1185187/Re-Can> (Consultado 12, mar., 2024).
- [12] M. Carvajal, y A. Pérez, “Hifa”, Behance, <https://www.behance.net/gallery/40395677/HIFA-Coffee-brewingmushroom-growing-system> (Consultado 12, mar., 2024).
- [13] A. Encinas, “Ecobol”, Behance, [https://www.behance.net/gallery/3636469/ECObol-\(-indoor-composter-\)](https://www.behance.net/gallery/3636469/ECObol-(-indoor-composter-)) (Consultado 12, mar., 2024).
- [14] Food Cycler, “FoodCycler® FC-50”, Food Cycler, <https://foodcycler.com/products/original-foodcycler> (Consultado 12, mar., 2024).
- [15] Sepura, “Sepura”, Sepura, <https://sepurahome.com/> (Consultado 12, mar., 2024).




Dispositivo inteligente que ayuda a los padres y maestros en la creación de disciplina en niños con TDAH

Smart device that helps parents and teachers create discipline in children with ADHD


Alexa Barboza-Artavia ¹

Sharon Barboza-Artavia ²

Alexa Barboza-Artavia y Sharon Barboza-Artavia "Dispositivo inteligente que ayuda a los padres y maestros a la creación de disciplina en niños con TDAH.", IDI+, vol. 7 no 2, Ene., pp. 36-52, 2024.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v7i2.7729>
 Fecha de recepción: 6 de junio de 2024
 Fecha de aprobación: 5 de setiembre de 2024

1. Alexa Barboza-Artavia
 Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
 Instituto Tecnológico de Costa Rica
 Cartago, Costa Rica
 2020135742@estudiantec.cr
 0009-0007-6498-1513

2. Sharon Barboza-Artavia
 Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
 Instituto Tecnológico de Costa Rica
 Cartago, Costa Rica
 2020135764@estudiantec.cr
 0009-0000-5946-5089

Resumen

Lograr que un niño de 5 a 12 años tenga buenos hábitos y sea disciplinado en sus deberes escolares requiere, principalmente, de constancia y perseverancia; pero, para el caso de los niños con el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), esto se traduce en un gran desafío y representa una constante lucha durante su proceso de aprendizaje. Desde su corta edad, los niños con TDAH sufren en silencio por problemas de autoestima y su salud mental se ve afectada al no comprender por qué son diferentes a los demás, por lo que el apoyo de los padres y maestros es fundamental para evitar estos escenarios; sin embargo, poseen una gran limitante, ya que, en la actualidad, no se cuenta con herramientas tecnológicas y accesibles que les ayuden a lograr este objetivo.

Para abordar esta necesidad, se desarrolló una solución innovadora basada en la metodología del diseño centrado en el usuario; la cual hace énfasis en la importancia de tomar en cuenta en todas las etapas de diseño, las necesidades y limitaciones de este, con el fin de obtener un producto eficiente que brinde una solución real.

En este proyecto, desarrollado en el campo del diseño industrial, se obtuvo como resultado a Pandi. Se trata de un *gadget* que busca ayudar a los padres y maestros en la creación de disciplina en niños con TDAH, a través de un amigo virtual que funciona, a su vez, como una herramienta educativa que contribuye al cambio de estilo de vida de esta población tan vulnerable al fracaso escolar.

Palabras clave

TDAH; disciplina; amigo virtual; padres; etapa escolar.

Abstract

Getting a 5-12 year old child to have good habits and be disciplined in their schoolwork requires mainly constancy and perseverance, but for children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), this translates into a great challenge and represents a constant struggle during their learning process. From their young age, children with ADHD suffer in silence from self-esteem problems and their mental health is affected by not understanding why they are different from others, which is why the support of parents and teachers is essential to avoid these scenarios, however, they have a major limitation, since, at present, there are no technological and accessible tools to help them achieve this goal.

To address this need, an innovative solution was developed based on the user-centered design methodology which emphasizes the importance of taking into account at all stages of design, the needs and limitations of the user, in order to obtain an efficient product that provides a real solution.

In this project, developed in the field of industrial design, the result was Pandi, a gadget that seeks to help parents and teachers to create discipline in children with ADHD through a virtual friend that works in turn as an educational tool contributing to the change of lifestyle of this population so vulnerable to school failure.

Keywords

ADHD; discipline; virtual friend; parents; school stage.

Introducción

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), también conocido por sus siglas en inglés (ADHD), es el trastorno psiquiátrico más frecuente en la infancia y el motivo recurrente de consulta en los servicios de salud mental en niños [2]. No obstante, en Costa Rica, existen pocos estudios e investigaciones que arrojen un dato preciso sobre la prevalencia del TDAH, pero se estima que existe al menos un 5% de niños con este trastorno entre los 5 y los 13 años [1].

Lamentablemente, es muy común que la niñez con TDAH, durante la etapa escolar, presente un bajo rendimiento académico, poca capacidad para establecer relaciones sociales y dificultades en el desarrollo de sus destrezas cognitivas, por lo que enfrentan más obstáculos en su camino que los estudiantes promedio. Debido a esto, si dicha condición no es tratada y diagnosticada a tiempo, los problemas de falta de atención, desorganización y mal control de los impulsos continuarán hasta la adolescencia y en la edad adulta; en muchos de los casos, con mayor vulnerabilidad a sufrir depresión, aislamiento social, desempleo, consumo de sustancias, conductas temerarias y problemas legales mayores [1].

Dentro de esta problemática, existe un pilar fundamental del cual depende el desarrollo integral del niño en su proceso de aprendizaje: su red de apoyo, conformada por sus padres y sus maestros, ya que son los encargados de la educación de todo menor. La intervención de la red de apoyo podría marcar la diferencia en el futuro de la niñez con TDAH, puesto que el manejo adecuado de un paciente con trastorno de déficit de atención e hiperactividad incluye la participación activa y efectiva de los padres y del centro educativo, creando herramientas y estrategias que ayuden al desarrollo cognitivo, social y escolar del niño [1].

Aunque no es una condición que se cure, porque no es una enfermedad, sí hay muchas intervenciones que se pueden hacer para mejorar la calidad de vida de las personas [3]. Sin embargo, estas intervenciones suelen ser un tratamiento multimodal que incluye la parte farmacológica, atención psicológica y pedagógica [1], lo cual tiene un costo económico elevado; por lo que, si la familia no cuenta con una estabilidad económica, la calidad de vida del niño con TDAH se verá afectada.

Observando esta problemática desde la sensibilidad humana y como parte de la disciplina de la Ingeniería en Diseño Industrial, se diseña y desarrolla *Pandi*; un dispositivo inteligente, que funciona como herramienta académica tanto en la escuela como en el hogar. Su función no reemplaza a un profesional en la salud, sin embargo, su inversión es mucho más accesible y ayudará a disminuir la visita a estos especialistas, gracias a su aporte en el desarrollo integral del niño con TDAH. Este dispositivo busca generar hábitos y disciplina en niños con TDAH al contribuir en su proceso de aprendizaje en la etapa escolar, a través de un amigo virtual que le acompaña y lo motiva en sus tareas, le recuerda sus deberes y lo felicita en sus pequeños logros.

Por otra parte, en búsqueda de una posible solución, en [4] se expone un estudio de caso sobre la intervención exitosa con un *software* educativo en un niño con TDAH; el cual logró determinar que sí se puede potenciar la memoria operativa, la atención, la planificación y el control inhibitorio, evidenciando mejoras en el ámbito de la atención focalizada y la memoria de trabajo.

Sin embargo, dentro del mercado actual, en la rama del diseño industrial, no existe un dispositivo inteligente que involucre el apego emocional y aspectos sensoriales para la creación de disciplina en niños con TDAH. Por lo que este proyecto académico, si sale al mercado, puede generar un impacto social al mejorar la calidad de vida del niño con TDAH y su familia; también les facilitaría a los maestros el proceso educativo, por lo tanto, el desarrollo de este *gadget* implicaría un primer paso hacia la inclusión en los centros educativos en Costa Rica y alrededor del mundo.

Metodología

Diseño centrado en el usuario

Como equipo de diseño, se seleccionó esta metodología, ya que, en la era actual de la tecnología y la información, es una de las prácticas más importantes en el diseño de productos y servicios. El diseño centrado en el usuario se refiere a la práctica de diseñar productos o servicios en función de las necesidades, deseos y limitaciones del usuario final. Esta práctica se basó en la idea de que, si se diseña pensando en el usuario, se obtienen productos y servicios más eficientes, eficaces y satisfactorios [5].



Fig. 1. Fases del Diseño Centrado en el Usuario. [6]

Esta metodología también conocida como User-Centered Design o UCD (por sus siglas en inglés) [6] se encuentra definida por 4 fases (ver figura 1), las cuales surgen tomando como base la norma ISO 9241-210:2019 [7].



Fig. 2. Definición del usuario-entorno-contexto.

1. Fase de análisis

En esta primera fase, se analizaron las características de los usuarios, es decir, se identificó a las personas que usarán el producto, para qué y las condiciones en las que lo usarán [8]. Además, se analizó, a través de distintas técnicas (detalladas en las siguientes fases), el comportamiento de los niños con TDAH, así como las características de su entorno, es decir, su red de apoyo, quienes son los involucrados directos en la causa de la problemática encontrada y los responsables de identificar y reconocer los síntomas de este trastorno para obtener un diagnóstico oportuno.

Ahora bien, se estableció que el usuario (niño con TDAH) utilizaría el *gadget* en dos tipos de contextos específicos: el primero es el centro educativo, puesto que es ahí donde el niño mantiene una comunicación directa con su docente, ya sea de forma individual o con un grupo pequeño de compañeros, es decir, “en un entorno de aula que minimice las distracciones para mantener a los estudiantes enfocados” [9] y el segundo es en el hogar, ya que en este sitio es donde se genera un vínculo afectivo entre padres e hijos. Se recomienda que este lugar sea una “habitación tranquila, con la menor cantidad de distractores posibles, como lo son los televisores, juegos en la computadora, entre otros” [1].

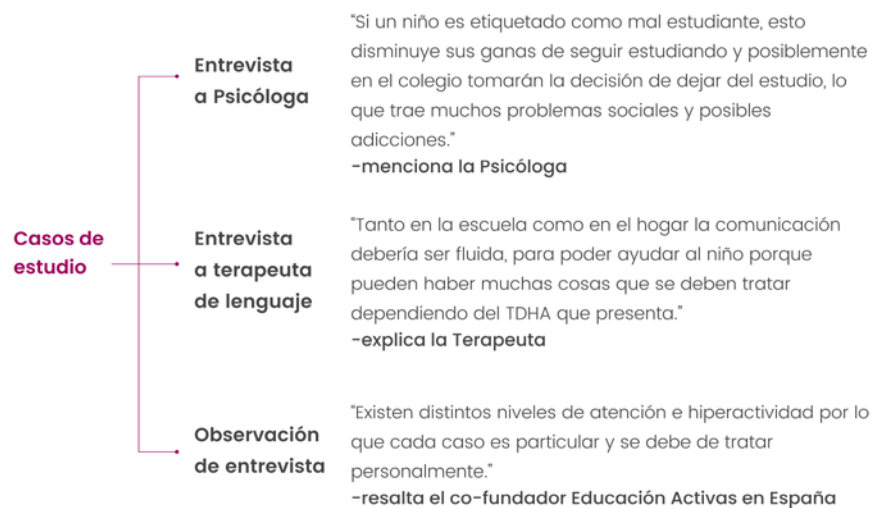


Fig. 3. Investigación etnográfica.

2. Fase de concepción

En esta fase, el objetivo fue alcanzar soluciones deseables, factibles y viables. Para ello, al estudiar a los usuarios, se comenzó a investigar cuáles son las soluciones técnicas factibles y cómo hacer que sean financieramente viables [8]. En este caso, se generó como punto de partida, la definición del segmento de mercado, el cual es de tipo psicográfico y se complementa con un estudio etnográfico (ver figura 3) que se llevó a cabo por medio de entrevistas a especialistas en el área de aprendizaje de un niño con TDAH, para conocer la realidad desde una perspectiva más cercana.

También se utilizó la técnica de observación a través de una serie de videos (corto interactivo) que promueven una campaña llamada *Las vidas de Mario*, desarrollada por la agencia Matchpoint para la concientización sobre TDAH. Además, se realizó un análisis de lo existente, de productos tecnológicos y digitales, para identificar qué hay en el mercado actualmente y poder desarrollar un dispositivo innovador que supla esta necesidad desde un punto de vista que no haya sido cuestionado.

3. Fase de diseño

Esta parte del proceso se trata desde un concepto aproximado al diseño completo [8], En primera instancia, se partió de la hipótesis de diseño, definida como: “crear un gadget que sea capaz de generar un vínculo emocional con el niño y tenga un acercamiento agradable con sus deberes y responsabilidades escolares”. Seguidamente, se estableció el concepto de diseño, de acuerdo con los requerimientos establecidos y la jerarquización de estos, el cual permitió una exploración a través de *Brainstorming*, donde se plantearon 12 alternativas de posibles soluciones, a través de bocetos a mano alzada que conceptualizan parte de la morfología, funcionamiento e interacción. Cabe destacar que, para la elección de la propuesta final de diseño, se utilizó el método de matriz de objetivos ponderados.

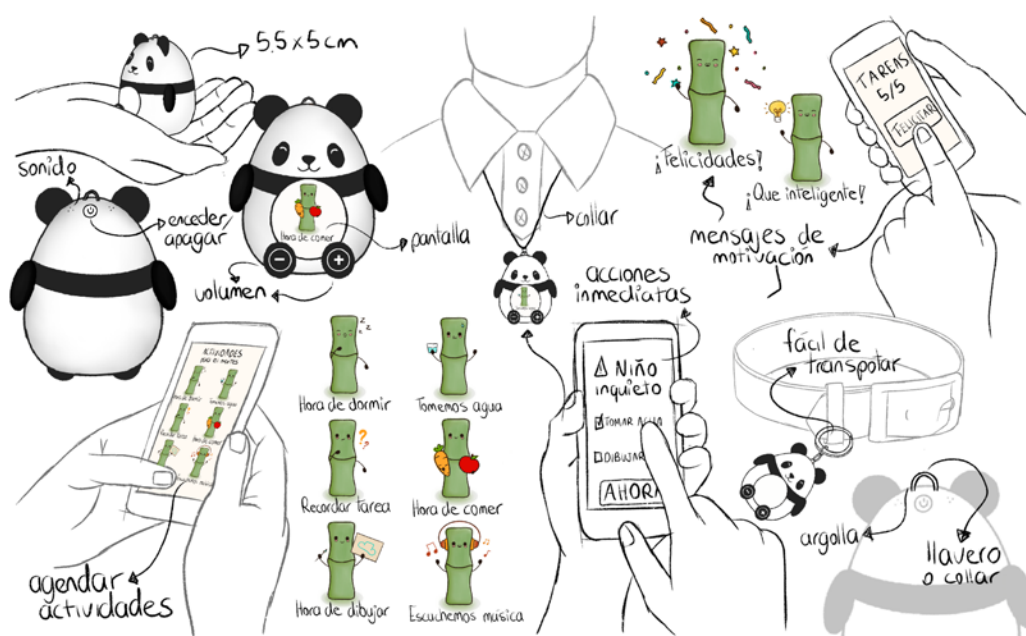


Fig. 4. Propuesta seleccionada.

Además, se utilizó un diagrama de flujo y la técnica del árbol de funciones para comprender y analizar la funcionalidad del gadget que incorpora tecnologías multisensoriales.

También, es fundamental entender el producto como un sistema, por lo que se realizó un análisis tecnológico (componentes electrónicos) acompañado de un flujograma que relaciona los principios de funcionamiento utilizados; para así definir el producto a través de una arquitectura, conformada sucesivamente por sistemas, subsistema, partes y componentes, para dar paso a la creación de un primer acercamiento al producto (prototipo).

4. Fase de evaluación y optimización

Una vez generado el producto y antes de su lanzamiento, se realizaron pruebas de usabilidad para evaluar su éxito y la experiencia del usuario al interactuar con este [6]. Para este proceso

de validación, se realizaron cuatro tipos de pruebas de usabilidad: la primera constó de un modelo perceptual a escala 1:1 para validar la ergonomía del producto, así como la interacción con el usuario, donde se aplicaron un total de 15 pruebas a niños de edades de 5 a 11 años.

La segunda prueba se realizó a través de la técnica de entrevista semiestructurada a 2 madres de niños con TDAH y a 2 adolescentes diagnosticados con TDAH. La tercera se basó en una encuesta cerrada para evaluar de manera general cómo se percibe el *gadget* a través de preguntas de tipo escala semántica diferencial y, por último, se llevó a cabo una prueba de usabilidad para validar el funcionamiento del prototipo funcional con 2 niños de 6 y 7 años, los cuales interactuaron directamente con el producto. Además, por medio de la observación participante de parte del equipo de diseño, fue posible encontrar aspectos de mejora.

Resultados

Resultado de diseño



Fig. 5. Gadget educativo. [10]

Pandi fue diseñado como un dispositivo inteligente para niños con TDAH en la etapa escolar (edades entre los 5 a 12 años), el cual logró crear hábitos y disciplina en su proceso de aprendizaje a través de un mecanismo de apego emocional; ya que este *gadget* se comportaba como un amigo virtual a través del personaje llamado Bambito que aparece en la pantalla cada vez que tenga un mensaje para el niño. Como se observa en la figura 5, Bambito, como su amigo, estaba dispuesto a acompañar al niño en los desafíos escolares que se enfrentaban tanto en la escuela como en el hogar a causa de su trastorno.

De forma más específica, este *gadget* fue capaz de ayudar al niño con TDAH a través de recordatorios de sus actividades diarias, así como acompañarlo cuando se debía realizar las

tareas escolares mostrándole su progreso y permitiéndole tiempos de descanso. También, fue capaz de motivar al niño de forma verbal a través de mensajes como “eres muy inteligente”, “lo estás haciendo genial”, “ya falta poco”, entre otras.

Un aspecto fundamental es que Pandi no pretendía ser un dispositivo invasivo, por lo tanto, para poder utilizarlo, el niño debía aceptar verbalmente la invitación de su amigo virtual, de lo contrario, este se apagaba automáticamente. Por este motivo, el progreso de cada niño dependió de su disposición y apoyo que recibió principalmente de sus padres y maestros.

Funciones inteligentes



Fig. 6. Arquitectura del gadget.

Tal como se muestra en la figura 6, Pandi está conformado por 4 subsistemas que le permitieron su correcto funcionamiento, los cuales se detallan, a continuación:

Función de programación de actividades: gracias a los componentes que se encuentran en la carcasa trasera, como el chip wifi, fue posible la transferencia recíproca de datos que van desde una aplicación móvil, que configura las actividades, hasta recibir y analizar los comandos producidos por el niño al interactuar con el *gadget*.

Función de envío de recordatorios: esto es posible gracias a elementos sensoriales incorporados en el *gadget*, como la luz led que se comunica visualmente con el niño llamando su atención que conlleva a la acción deseada.

Función de dosificación de tareas escolares: gracias al subsistema de tiempos de descanso, el niño pudo realizar sus tareas con la técnica Pomodoro visualizada en la pantalla; además, le permitió, a través de los botones del *gadget*, subir o bajar el volumen de acuerdo con su gusto.

Esto con el fin de que el niño se pudiera adaptar a un ambiente adecuado, el cual le permita concentrarse y completar sus deberes escolares de forma exitosa.

Función de motivación: como parte fundamental, el *gadget* a través de los componentes auditivos y visuales, como lo son los altavoces y la pantalla, pudo darle vida a Bambito, el amigo virtual del niño con TDAH que, a través de su dulce voz y apariencia, logra motivar con palabras de aliento y sonidos que profundizan el sentimiento de alegría y satisfacción personal.

Apego emocional

Morfología: Pandi se caracterizó por ser un dispositivo ligero, agradable al tacto y relativamente pequeño, por lo que se facilita su transporte de la escuela al hogar y viceversa. Además, para llevar a cabo el modelo perceptual de Pandi, se debió tomar en cuenta el proceso de manufactura y el material que permitiera la morfología definida. Por ello su fabricación se lleva a cabo a través del método de moldeo por inyección usando como material el caucho de silicona líquida (LSR) caracterizado por su resistencia a golpes y caídas.

Portabilidad: en este punto, al tratarse de un dispositivo diseñado para el uso de niños con TDAH, se procuró que el niño no pierda el dispositivo fácilmente al darle dos formas de portabilidad: un llavero de argolla, el cual se puede colocar en su bolso o pantalón, así como a través de *lanyard* que funciona como collar. En ambas formas, el dispositivo se encuentra cerca del niño, con la finalidad de que lo pueda ver y escuchar en todo momento.

Sistema de recompensas: el apego emocional se puede lograr de muchas formas, sin embargo, el sistema de recompensas sensorial utilizado en este dispositivo fortaleció ese vínculo afectivo, además, al empatizar con las situaciones del niño en su día a día, al formar parte de sus desafíos y estarle recordando sus virtudes y capacidades, lo vuelven cercano.

Gadget apoyado por una aplicación móvil



Fig. 7. Vinculación *gadget*-aplicación móvil

Pandi se diseñó con el fin de apoyar, simultáneamente, a los padres y maestros del niño con TDAH, puesto que funciona como una herramienta educativa, ya que el *gadget* se encuentra vinculado a una aplicación, la cual es de uso exclusivo de los adultos responsables según el contexto en el que se encuentre:

- Hogar: los padres programaron las actividades cotidianas del niño en un calendario desde la aplicación y establecieron una hora específica para enviarlas al *gadget* y ser comunicadas a través de Bambito (ver figura 7); el amigo virtual del niño que le ayuda a realizar dichas actividades también tenía la posibilidad de dosificar las tareas escolares por partes con intervalos de tiempo. En este punto, fue crucial la comunicación entre los padres y la maestra del niño, puesto que la dosificación de la tarea debía ser acorde a la complejidad de esta y de acuerdo con la dificultad que presentaba el niño con el tema en particular.
- Escuela: la maestra debía vincular el *gadget* que posee el niño con la aplicación móvil en su celular y en caso de que necesitaran captar la atención del niño, ya sea porque se encontrara distraído, hiperactivo o alterado, solamente debían configurarlo en la aplicación; ya que, al existir un apego emocional, es más probable que el niño le ponga más atención a Bambito que a la indicación recibida por su encargado.

Discusión

Se realiza un análisis comparativo de investigaciones similares, con la finalidad de visualizar el alcance del proyecto y el impacto positivo que tiene Pandi; incluso en la problemática y soluciones analizadas en otras investigaciones que respaldan la relevancia del producto en el mercado.

Análisis comparativo

En el artículo titulado *Supporting Self-Regulation of Children with ADHD Using Wearables: Tensions and Design Challenges*, se revisan diversas tecnologías que apoyan la autorregulación en niños con TDAH, incluyendo aplicaciones móviles y dispositivos portátiles que ayudan en la gestión del tiempo en las actividades, además de examinar el impacto de las alertas o señales físicas que permiten a los niños ajustar su comportamiento o reenfocar su atención [11].

También, en la investigación realizada en el artículo *Intervención multisensorial para TDAH en infantes mexicanos* [12], se lleva a cabo una técnica de intervención multisensorial para controlar el déficit de atención e hiperactividad (TIMCO); la cual está basada en los sentidos de la vista, tacto y oído. El resultado de la intervención reflejó que se redujo el promedio global de TDAH un 19%, lo cual indica que, efectivamente, los factores multisensoriales influyen en el desarrollo de dicha condición.

Por otra parte, al partir de los resultados obtenidos de las cuatro pruebas de usabilidad, mencionadas en el punto 1.4 de la metodología planteada, se analizan las respuestas y datos

implícitos obtenidos de los *testers* para la validación de los prototipos, tanto el perceptual como el funcional.

Prueba de interacción objeto-usuario

Se usa el método de observación a 15 niños del TEC Kindergarten (ATIPTec) y se valida a través de fotografía y videos que (ver figura 8):

- Los niños logran identificar los botones para regular el volumen, sin embargo, la mayoría también relacionan “los brazos del panda” como botones.
- El tamaño del *gadget*, tanto en altura como en grosor, es proporcional a las manos de un niño y se acopla perfectamente para niños de 5 años (edad mínima).
- Los niños reconocen correctamente que la forma corresponde a un oso panda y reaccionaron con afecto, tal como se esperaba (apego emocional).



Fig. 8. Interacción de objeto- usuario.

Prueba de usuarios potenciales

Esta es una de las pruebas de usabilidad más importante que se realizó en el desarrollo del *gadget*, puesto que se trató directamente con el nicho de mercado. En la tabla 1, que se muestra a continuación, se presentan las respuestas obtenidas a través de cuadro comparativo.

En esta prueba, se analiza la importancia de detectar el TDAH a edades tempranas, para iniciar lo más pronto posible con la adaptación del proceso de aprendizaje y, de esta manera, se evita crear en el niño etiquetas y heridas psicológicas por ser diferentes.

También, se determina que la situación económica influye en la calidad de vida que experimentan los niños con TDAH, puesto que la educación personalizada e individual, como asesorías, terapias y clases extracurriculares, aportan de manera positiva a que los niños avancen en sus estudios. Además, se valida que las herramientas y estrategias de organización de actividades y recordatorios de tareas son muy importantes para cumplir con sus responsabilidades y quehaceres diarios.

TABLA I
CUADRO COMPARATIVO

	MADRE DE NIÑO CON TDAH	ADOLESCENTES CON TDAH
SIMILITUDES	<p>El usuario 03 y 04 buscaron ayuda profesional con un psicopedagogo para apoyar a su hijo en su proceso de aprendizaje</p> <p>Tanto los hijos del usuario 03 y 04, le cuesta acatar instrucciones y se distraen fácilmente.</p> <p>El usuario 03 y 04 lograron identificar los síntomas del TDAH para llegar a un diagnóstico temprano.</p>	<p>Tanto el usuario 05 y como el 06 se encuentran en la universidad, por lo que su condición nos los detuvo en sus estudios.</p> <p>El usuario 05 y 06 no ha tenido repercusiones realmente grandes debido a su trastorno.</p> <p>En su adolescencia, el usuario 05 y 06, aplican las técnicas de concentración que más les funciona porque ya se conocen integralmente y no se siente mal por su TDAH</p>
DIFERENCIAS	<p>El usuario 03 obtuvo gran ayuda por parte de la institución y le ayudó en el diagnóstico de su hijo, pero el usuario 04 no obtuvo apoyo por parte de la institución y fue uno de los principales obstáculos.</p> <p>Las madres no tenían los mismos recursos económicos para tratar adecuadamente el trastorno de su hijo.</p> <p>Las madres optan por técnicas y estrategias según la personalidad y desarrollo de su hijo, conociendo que es lo que le gusta o no al niño.</p> <p>Los niños no recibieron el mismo nivel de aprendizaje debido a la falta de información por parte de sus maestros.</p>	<p>El usuario 05 obtuvo su diagnóstico después de la etapa escolar y secundaria mientras que el usuario 06 fue diagnóstico al inicio de la etapa escolar.</p> <p>El usuario 05 desconocía de herramientas que le ayudaran en su proceso de aprendizaje mientras que el usuario 06 probó con diferentes métodos para conocer y entender su propio proceso.</p> <p>El usuario 05 nunca recibió apoyo en su etapa escolar por parte de la institución por lo que le costaba llevar el ritmo académico de sus compañeros mientras que el usuario 06 recibió muchas ayudas dentro y fuera de la institución, como lo son asesorías personalizadas, consultas extracurriculares, terapias etc..</p>

Nota: Cuadro comparativo de similitudes y diferencias encontradas entre los dos tipos de personas entrevistadas

Prueba de modelo perceptual

Se aplica el método de encuestas cerradas a 12 personas. La encuesta estuvo conformada por 5 preguntas de tipo escala semántica diferencial, por lo que se valida a través del análisis de gráficos lo siguiente (ver figura 9):

- Este *gadget* es considerado moderadamente discreto, puede ser el puente de comunicación entre padres-maestros-niños que muchos no tuvieron y pasaron por malas experiencias, debido a esta falta de comunicación constante.
- Se percibe amigable, por lo que probablemente sea sencillo generar el vínculo afectivo en niños con TDAH en etapa escolar y quieran compartir sus días con el *gadget*.

- A nivel tangible, se considera que es agradable al tacto y su tamaño es ideal para un niño, sin embargo, se menciona que el tamaño de su pantalla es muy pequeño, por lo tanto, se modifica a una pantalla de 42 mm.
- Se percibe medianamente resistente a un niño, por lo que su material de fabricación debe verse ligeramente suave.

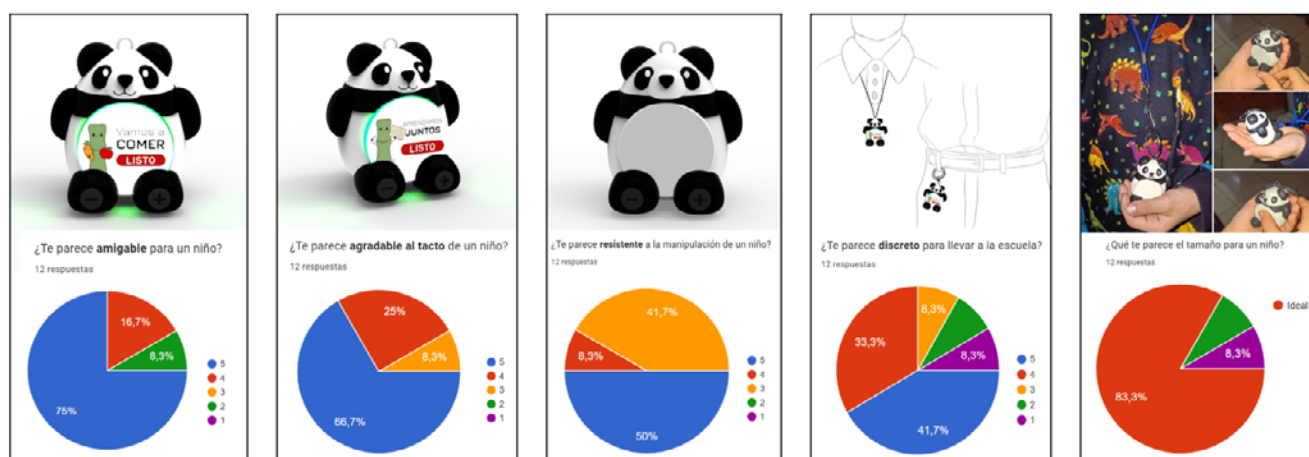


Fig. 9. Resultado de encuesta cerrada.

Prueba de modelo funcional:

Gracias al método de observación participante aplicado a dos niños de 6 y 7 años, se logra validar el funcionamiento de Pandi a través del prototipo que se observa en la figura 10.



Fig. 10. Validación de prototipo funcional.

En esta prueba, fue posible comprender el comportamiento del niño ante el producto, el cual fue satisfactorio; ya que los niños conversaban verbalmente con Bambito, aceptando

sus invitaciones, haciéndole preguntas (vínculo emocional) y estaban emocionados por su compañía.

Además, los niños entendían de forma satisfactoria el significado de la barra de progreso mostrada en la pantalla. Sin embargo, durante esta parte de la prueba se observó que a los niños se les dificulta volver a la tarea luego del tiempo de descanso, debido a que se distraían haciendo sus actividades favoritas.

Al final de la experiencia, los niños agradecen y mencionan, en diferentes ocasiones, que les gustó mucho y que querían que Bambito los fuese a visitar nuevamente. Incluso que Pandi los acompañara a la escuela, por lo tanto, se comprueba que sí se generó un vínculo emocional, a pesar de ser un primer acercamiento al producto.

Conclusiones

Se concluye que la calidad de vida de los niños con TDAH sí es impactada por el estado económico de la familia, el apoyo psicológico que reciban, así como la paciencia y disposición de los padres y educadores, quienes son los responsables de promover en los niños los hábitos y disciplina que ellos necesitan en su proceso educativo.

La propuesta de crear a Pandi tiene su origen en la necesidad urgente de rescatar a los niños con TDAH de un proceso de aprendizaje no adaptado a su realidad. Por lo que Pandi es empático con el niño y siempre pide su confirmación para realizar una actividad, haciendo ver lo valiosa que es su opinión. Además, lo consciente con descansos y actividades de su interés, también muestra su avance, resaltando que, bajo los aspectos sensoriales como la morfología de un panda, la luz de la pantalla, la voz de Bambito y los sonidos alegres emitidos al concluir una tarea que potencian su sentimiento de satisfacción, hacen que el niño genere un vínculo emocional con el *gadget*, lo que permite un proceso de aceptación amigable.

En la fase 4 de la metodología planteada en esta investigación, se obtuvo el caso de un niño de 6 años que fue *tester* en la validación del prototipo funcional, quien presenta actualmente gran interés por tener a Pandi en su hogar para hacer las tareas escolares junto con su mamá, refiriéndose al *gadget* como un amigo. De manera oportuna, su mamá solicitó los materiales utilizados en la prueba (sonidos, imágenes, modelo en impresión 3D) para seguir utilizándolo mientras el niño realiza sus tareas, puesto que el avance y concentración es mayor cuando Pandi está presente.

Cabe destacar que el niño no es diagnosticado con TDAH, sin embargo, a partir del uso del prototipo funcional y la dificultad de concentración y entendimiento en el proceso educativo, sus padres han tomado la decisión de iniciar un proceso médico para alcanzar un diagnóstico concreto y, de esta manera, ofrecer a su hijo el apoyo y adaptación escolar que necesite.

Esto demuestra que Pandi aborda de manera eficaz el problema de diseño planteado en la metodología, ya que se valida que impacta positivamente la vida de toda una familia, haciendo uso solamente de un prototipo de Pandi.

Queda en evidencia que la disciplina del Diseño Industrial se puede aplicar, de manera que, usando la percepción y funcionalidad de un pequeño *gadget*, es posible evitar la exclusión, frustración, deserción académica, baja autoestima y comportamientos agresivos que los dirige a problemas de drogadicción, alcoholismo, depresión y, lamentablemente, el suicidio.

Para iteraciones futuras, se recomienda aplicar pruebas del prototipo funcional a niños diagnosticados con TDAH, así como ampliar la muestra a 20-25 usuarios para aumentar la confiabilidad tanto del instrumento como la del producto. Finalmente, a fin de abarcar con mayor éxito todo el mercado, se recomienda ampliar la gama de formas con animales acorde a sus edades y gustos, para ello se necesitaría realizar una investigación cualitativa y cuantitativa sobre las preferencias y viabilidad.

Referencias

- [1] G. Herrera y D. Carolina, "Aspectos epidemiológicos de los desórdenes por déficit atencional e hiperactividad en Costa Rica, 1990 – 2019", Universidad Hispanoamericana, pp. 15-83, jul, 2022. Consultado: 2 jun 2024. [En línea]. Disponible: <http://13.87.204.143/xmlui/handle/123456789/7141>
- [2] C. S. Esperón y A. D. Suárez, *Manual de diagnóstico y tratamiento del TDAH*. Madrid, España: Ed. Médica Panamericana, 2007.
- [3] L. Herrera Camarillo, "¿Qué es el TDAH y qué implica para las personas con esta condición?", lbero.mx, <https://lbero.mx/prensa/que-es-el-tdah-y-que-implica-para-las-personas-con-esta-condicion> (Consultado 4 jun., 2024).
- [4] D.A. Patiño Zapata, "Propuesta de aplicación digital para apoyar el tratamiento neuropsicológico del TDAH: TDAMentor-H," Trabajo de grado, UNIVERSIDAD ANTIOQUIA FAC. CIENC. SOC. HUMANAS DEP. PSICOL., MEDELLÍN, 2020. [En línea]. Disponible: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/16871/1/Pati%C3%B1oDavid_2020_TdahSoftwareTratamiento.pdf
- [5] M. Miró, "Diseño centrado en el usuario", Michel Miró, <https://michelmiro.com/disenocentrado-en-el-usuario/> (Consultado 5 jun., 2024).
- [6] Seobility Wiki, "¿Qué es el Diseño Centrado en el Usuario/a (UCD)? - Seobility Wiki", Seobility.net, https://www.seobility.net/es/wiki/Dise%C3%B1o_centrado_en_el_usuario (Consultado 5 jun., 2024).
- [7] IONOS, "User centered design: desarrollo de productos junto con los usuarios", IONOS Digital Guide, <https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/user-centered-design/> (Consultado 5 jun., 2024).

- [8] Iberdrola, “¿Cómo poner al cliente en el centro de la transformación digital a través del diseño?”, Iberdrola, <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-diseno-centrado-en-el-usuario> (Consultado 5 jun., 2024).
- [9] P. Díaz Canela, “Afrontar el TDAH en la Educación: Estrategias y Apoyo”, *Pedagogía, Terapia y Mindfulness Patricia Díaz-Caneja*, <https://diazcaneja.com/tdah-y-su-impacto-en-el-aprendizaje-como-ayudar/> (Consultado 4 jun., 2024).
- [10] EduServices Online, “Estrategias de Aprendizaje para el Manejo del ADHD”, EduServices Online, <https://eduservicesonline.com/courses/estrategias-de-aprendizaje-y-manejo-del-adhd-en-ninos-2> (Consultado 5 jun., 2024).
- [11] F. L. Cibrian, K. D. Lakes, A. Tavakoulia, K. Guzman, S. Schuck, and G. R. Hayes, “Supporting self-regulation of children with ADHD using wearables: Tensions and design challenges,” in *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3313831.3376837> (Consultado 10 sep., 2024).
- [12] M. E. Díaz de León Saucedo and A. Martínez-Martínez, “Intervención multisensorial para TDAH en infantes mexicanos”, *Acta Universitaria.*, vol. 30, pp. 1–8, 2020. Consultado: 10 sep 2024. [En línea]. Disponible: <https://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/11429>



Diseño de un dispositivo inteligente que ayude a reducir los efectos de la procrastinación

Design of a smart device that helps reduce the effects of procrastination

Melany Cordero Durán ¹

María Verónica Carranza Varela ²

Miguel Ángel Lemus Quesada ³

Melany Cordero Durán, María Verónica Carranza Varela y Miguel Ángel Lemus Quesada "Diseño de un dispositivo inteligente que ayude a reducir los efectos de la procrastinación.", IDI+, vol. 7 no 2, Ene., pp. 53-66, 2024.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v7i2.7731>

Fecha de recepción: 6 de junio de 2024

Fecha de aprobación: 9 de setiembre de 2024

1. Melany Cordero Durán
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
mel.cordero@estudiantec.cr
 0009-0005-4415-3679

2. María Verónica Carranza Varela
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
mariaveronica.carranza.varela@gmail.com
 0009-0009-3785-5508

3. Miguel Ángel Lemus Quesada
Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
miguelemussa@hotmail.com
 0009-0009-0219-3786

Resumen

Como parte de este análisis, se observó que, en el día a día, la procrastinación representa una práctica persistente en muchas personas, tanto estudiantes como trabajadores, convirtiéndose incluso en un inconveniente crónico que afecta negativamente la salud mental de quienes lo sufren. Por lo tanto, a partir de esta problemática, se diseñó una metodología centrada en el usuario procrastinador, desarrollando un producto para reducir esta acción. La metodología aplicada incluyó varias pruebas de usuario, entrevistas y otras técnicas para recopilar información relevante durante el diseño del *gadget*.

A partir de la vasta recopilación de datos proporcionados por los usuarios, se concluyó que la mayoría eran conscientes de su procrastinación, pero, a menudo, las aplicaciones o herramientas disponibles se convertían en una nueva tarea, lo que impedía que comenzaran a organizarse. Como resultado, se desarrolló FocusMate, un sistema de ayuda para el manejo del tiempo. Su propósito fue organizar al usuario y motivarlo a realizar las tareas pendientes durante su jornada diaria de manera sencilla, intuitiva y portátil, lo que pretende ayudar a reducir la procrastinación y mejorar la calidad de vida de las personas procrastinadoras.

Palabras clave

Procrastinación; gestión del tiempo; estrés.

Abstract

It was observed that, in daily life, procrastination represented a persistent problem for many people, including students and workers, even becoming a chronic issue that negatively impacts the mental health of those who suffer from it. In response to this problem, a methodology focused on the procrastinating user was designed, developing a product to reduce this inconvenience. The applied methodology included several user tests, interviews, and other techniques to gather relevant information during the gadget's design.

Thanks to the vast collection of information provided by users, it was concluded that most were aware of their procrastination, but often the available applications or tools became another task, preventing them from starting to get organized. As a result, FocusMate was developed, a time management assistance system. Its purpose is to organize the user and motivate them to complete pending tasks during their daily routine in a simple, intuitive, and portable way, it aims to help reduce procrastination and improve the quality of life of procrastinators.

Keywords

Procrastination; time management; stress.

Introducción

No es posible negar que, en muchos momentos, las personas se han sentido presionadas o han tenido dificultades para cumplir con los plazos de entrega o finalización de una tarea. Esto puede deberse a la falta de organización o simplemente a la tendencia a postergar la realización de pendientes. A este fenómeno se le conoce como procrastinación, una problemática común en la que se posponen deberes o actividades importantes, sustituyéndolas por otras menos relevantes. Aunque ocasionalmente todas las personas procrastinan, para algunas se convierte en un hábito crónico [1].

La procrastinación se refiere al hábito de posponer o retrasar tareas personales, a pesar de conocer la importancia de las responsabilidades y las consecuencias negativas de aplazarlas. Esto se explica desde una perspectiva cognitivo-conductual por pensamientos irracionales sobre lo que implica terminar un deber de manera satisfactoria. Las personas que procrastinan suelen tener ideas negativas sobre su capacidad para realizar tareas, lo que les genera pensamientos automáticos sobre que no podrán planificarlas o completarlas. Son estos pensamientos negativos sobre la falta de habilidad para finalizar con éxito los que llevan a la procrastinación. [2]

Es importante superar este hábito, debido a que puede afectar la productividad y eficiencia, además, conlleva un desperdicio de tiempo valioso y obstaculiza el logro efectivo de las metas. Por lo que superar este hábito permite fortalecer la confianza y autoestima al cumplir con metas establecidas. Esta superación permite crecer en la vida personal y profesional, otorgando una sensación de logro y satisfacción al completar tareas de manera oportuna y efectiva. [3]

Las causas de la procrastinación pueden ser diversas. Entre las más comunes se encuentra la falta de motivación, que lleva a posponer tareas cuando no se ve un propósito claro en ellas. Además, la baja autoestima puede contribuir, ya que la inseguridad hace evitar los pendientes desafiantes. Otro factor importante es la insuficiencia en habilidades de gestión del tiempo, como la falta de planificación y el establecimiento de metas realistas. Del mismo modo, el miedo al fracaso, generado por la ansiedad ante la posibilidad de cometer errores o fallar, es otra causa significativa.

La procrastinación se relaciona con la reparación del estado de ánimo a corto plazo y la regulación de las emociones [4]. Esto la convierte en un comportamiento irracional, ya que la satisfacción instantánea toma prioridad sobre las consecuencias adversas que la persona sabe que enfrentará en el futuro [5]. La sensación de alivio momentáneo que se tiene al posponer tareas es lo que lo convierte en un ciclo vicioso. Al posponer una tarea, se obtiene un alivio inmediato, lo que hace que la persona se sienta recompensada en el momento y ese sentimiento hace que sean propensas a repetirlo [6].

Aunado a lo anterior, la procrastinación es una práctica común que puede acarrear una serie de problemas significativos para quienes la experimentan. Entre ellos, se destacan el aumento del estrés y la ansiedad, la disminución de la autoestima y la motivación, así como la aparición de sentimientos de culpa y frustración [3]. De manera crónica, la procrastinación puede llevar a la pérdida de confianza y respeto por parte de los demás, afectando las relaciones interpersonales y la reputación [7].

Según los resultados de la investigación, se identificaron algunos requerimientos principales que ayudarían a los usuarios a combatir la procrastinación. Entre estos se encuentran la capacidad de priorizar las tareas, motivar a realizar las labores pendientes, garantizar una fácil usabilidad, además, priorizar la salud mental y ofrecer una gestión eficaz del tiempo. Dichas características son fundamentales para diseñar una herramienta efectiva que ayude a las personas a superar este hábito.

A menudo, las personas no dividen las tareas grandes en pasos más pequeños, lo que puede generar que se sientan abrumadas. La procrastinación conlleva altos niveles de ansiedad y estrés, lo que dificulta aún más el proceso de completar las tareas pendientes. Además, la falta de motivación y la necesidad de un estímulo adicional para realizar tareas son temas recurrentes, junto con la tendencia a perder la concentración y abandonar las tareas iniciadas.

Debido a este contexto sobre las causas y efectos negativos de la procrastinación en la vida de las personas, se plantea la necesidad de crear un *gadget* inteligente que permita a los usuarios conllevar y superar estos efectos, que pueden llegar a afectar en su vida diaria, académica y laboral.

Es innegable que la procrastinación es un desafío universal que impacta a personas de todas las edades, aún más en ámbitos profesionales, personas adultas entre 18 y 60 años, quienes tienen responsabilidades en sus estudios y trabajos. Por lo tanto, enfrentar este problema de manera directa y efectiva permitirá que estas personas puedan mejorar su calidad de vida y aumentar su productividad. Al desarrollar estrategias para superar la procrastinación, es posible aprovechar mejor el tiempo y energía, lo que les permite alcanzar metas con mayor eficacia y satisfacción, buscando una mejor calidad de vida al reducir los efectos negativos como la ansiedad y el estrés.

Metodología

Para el desarrollo del proyecto FocusMate, se empleó la metodología de la Escuela de Diseño Industrial [8] que permitió desarrollar el proyecto de manera completa. Esta metodología abarca desde la conceptualización inicial de la idea hasta la documentación técnica final, asegurando un proceso estructurado y eficiente. El método se estructura en las siguientes etapas:

1. Conceptualizando la idea

1.1. Búsqueda de problemas y oportunidades de diseño

Se inició con la identificación de problemáticas y oportunidades de diseño para crear un *gadget* inteligente que pueda abordar un área específica. Por lo que surgió la oportunidad de trabajar con la problemática de la procrastinación, enfocada en jóvenes y adultos en edades universitarias y laborales. Para ello se realizaron diversos análisis a fin de comenzar el trabajo en esta temática.

1.2. Investigación y análisis de necesidades

El primer paso en el desarrollo del proyecto fue realizar una investigación exhaustiva a través de páginas web confiables y documentos de investigación sobre el tema desde la perspectiva de la psicología para identificar necesidades y oportunidades de diseño. Esto incluyó:

- Estudio de mercado: caracterización del segmento de mercado objetivo. Este mercado va dirigido a personas que estudian y laboran, con edades entre 18 y 60 años, donde gran parte de sus tareas y responsabilidades tienen tiempo de entrega preestablecidos. Estas tareas pueden llegar a afectar de manera negativa su vida estudiantil y laboral. Su vida se desenvuelve en una rutina, la cual, sin un correcto balance, puede generar agotamiento físico y mental.
- Investigación etnográfica: se aplican entrevistas y observaciones para recolectar datos directos de usuarios potenciales, entendiendo sus necesidades y expectativas con respecto a un producto que busque reducir los efectos de la procrastinación.
- Análisis de productos existentes: incluye la evaluación de objetos existentes que intentan satisfacer la misma necesidad y sus características. Se pueden encontrar productos tanto físicos como digitales, que buscan ayudar a una mejor gestión del tiempo y mejorar la concentración en las labores.

1.3. Diagnóstico de diseño

Con la problemática y el mercado definidos, se realizó un diagnóstico de diseño para entender las causas y consecuencias de la procrastinación en adultos. Utilizando la técnica de árbol de problemas, se formularon hipótesis de diseño que permitieron llegar a una solución inicial. Por lo que se concretó la necesidad de crear una herramienta para mitigar los efectos negativos de la procrastinación y se elaboró un cuadro de requerimientos y requisitos de diseño, el cual es base para la siguiente etapa.

2. Definiendo la forma

2.1. Estudio de ergonomía y estética

Se analizaron aspectos ergonómicos y estéticos para asegurar que el diseño sea funcional y fácil de usar tanto a nivel físico como cognitivo, tomando en cuenta medidas antropométricas y características de la población objetivo. También se consideraron elementos visuales como forma, color y textura para crear un producto atractivo.

2.2. Concepto de diseño

Se describió el producto esperado mediante un infográfico que incluye objetivos, expectativas, alcance y definición de sus características físicas.

2.3. Desarrollo de propuestas

Los diseñadores exploraron soluciones visualizando las ideas seleccionadas a través de bocetos y prototipos preliminares. Se utilizaron bocetos a mano alzada para explorar formas y configuraciones de las propuestas, que luego fueron evaluadas según los requisitos definidos en la etapa anterior. La mejor propuesta fue refinada y documentada en un infográfico detallado que explica aspectos morfológicos, lenguaje visual e interacción de la propuesta final.

3. Definiendo la funcionalidad

3.1. Funcionalidad del producto

Se evaluó la funcionalidad e interacción del producto definiendo las funciones principales, secundarias y auxiliares mediante un diagrama de funciones. También se estudiaron los principios de funcionamiento usando un diagrama de flujo y se identificó la tecnología disponible para lograr los aspectos clave del proyecto: funcionamiento e interacción. Así mismo, se detalló la configuración del sistema FocusMate con un diagrama de sistemas, dividiendo en subsistemas, partes, piezas y componentes, de esta manera se define la arquitectura del producto.

3.2. Pruebas y validación

Se construyeron prototipos funcionales que incorporaron las funcionalidades definidas. Se crearon dos modelos: uno perceptual para probar las características volumétricas y su interacción con el usuario, y otro funcional para probar las funciones inteligentes y electrónicas de los componentes. Así mismo, se realizaron pruebas de funcionalidad, por medio de entrevistas con potenciales usuarios, donde se les solicita que utilicen el producto y cuenten su experiencia. Esto a fin de verificar que el diseño cumpliera con los requisitos funcionales y cubriera la necesidad del usuario.

4. Comprobación de la solución

4.1. Resultado de diseño

Se estableció la propuesta final de los prototipos (funcional y perceptual), comenzando con la estructuración del proceso de manufactura a emplear. Se presentó el diseño final del *gadget* mediante modelado 3D, incluyendo diferentes fotografías y *renders*, que detallan las características de usabilidad, percepción y funcionalidad.

4.2. Validación del prototipo

Mediante entrevistas de usabilidad, se observó cómo los usuarios interactuaban con el *gadget* diseñado a través de los prototipos creados. Esto permitió recolectar información sobre la funcionalidad del objeto y la experiencia del usuario, proporcionando retroalimentación valiosa para mejorar el diseño final. Se aplica a diferentes usuarios entre las edades del mercado objetivo, donde se les pregunta sobre la comodidad del producto perceptual y se les solicita interactuar con él, para observar si es fácil e intuitiva. En cuanto a funcionalidad, se realizan ciclos de trabajo con tareas sencillas, a fin de comprobar si se detectan las señales.

5. Documentación Técnica

En la última etapa del proceso, se creó un cuaderno técnico con las especificaciones del producto diseñado para su producción. Se comenzó con una descripción general del producto, su propósito y funcionamiento. Además, se incluyó toda la documentación técnica: arquitectura del sistema con sus respectivos subsistemas y partes, planos técnicos de las piezas y modelo armado, materiales seleccionados, fichas técnicas de componentes estandarizados, documentación del código de programación y el manual de usuario con una descripción de instalación, uso y mantenimiento.

Resultados

Con base en la metodología establecida anteriormente, se trató el problema con el diseño de un *gadget* que ayudaría al usuario a realizar sus tareas, otorgándole la motivación para controlarlas, además de su tiempo y productividad. Esto se logró mediante la implementación de funciones prácticas, tomando en cuenta la dimensión, interacción y perceptibilidad del producto; así como funciones inteligentes, considerando lo que realmente se quería obtener con el diseño.

Se buscó una forma física para el *gadget*, para esto, como se mencionó en la metodología, se desarrollaron varias iteraciones de este. El diseño final del producto fue similar al de un brazalete que se usaría en la muñeca del usuario parecido al sistema de amarre de un reloj convencional, ya que se usó un brazalete normalizado para reloj, lo que ayudaría a que el usuario pudiera colocarse fácil y familiarmente el *gadget*, además de darle portabilidad y

poderse adaptar fácilmente a diferentes medidas de muñeca de las personas (véase fig. 1). Para desarrollar su carcasa se utilizó impresión 3D en PLA, puesto que este material es simple de usar y ayudó al desarrollo sencillo de la estructura de colocación de componentes internos.



Fig. 1. Colocación del gadget en la muñeca.

Una vez que el *gadget* estuvo colocado en el usuario, se pudo comenzar a ver las diferentes funciones del producto. Primero, el *gadget* tenía un sistema Bluetooth que permitiría que el usuario enlazara el producto con el celular y así manejarlo sin problema, ya que una de las principales características del *gadget* era no poseer una pantalla en sí mismo.

Para resolver las funciones prácticas y funcionales, se debía usar el *gadget* en conjunto con la aplicación para dispositivos móviles. La función de asignación de tareas se resolvía usando un sistema de calendario donde el usuario podía asignar qué tareas necesitaba realizar, qué tan complejas eran dicha tareas y cuándo la necesitaba concluir. Además, el usuario podía decidir cuáles de las tareas pendientes quería realizar en el día, igual que ciertas cantidades de ciclos de trabajo para hacer las tareas y la cantidad de descansos entre ciclos de trabajo (véase fig. 2.).

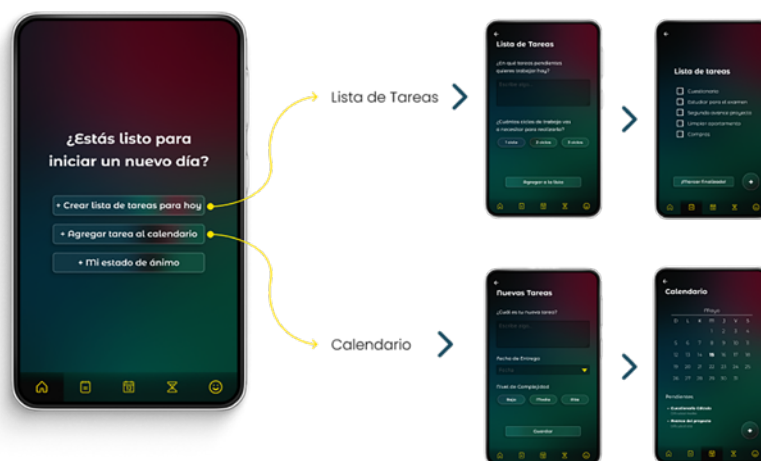


Fig. 2. Agregar tareas pendientes.

Con el fin de poner en ejecución la lista de tareas diarias del usuario, se integró un sistema de temporizador en el *gadget*. Este sistema de temporizador se iniciaba con un toque en el *gadget*, para evitar que el usuario necesitara utilizar su celular al realizar una tarea. Esto se logró gracias a la implementación de diferentes estímulos físicos, auditivos y visuales dentro del FocusMate.

Para iniciar la tarea por realizar, se debía hacer uso del sensor capacitivo ubicado en la superficie del FocusMate, el cual también ayudaría a pausar o detener la tarea en caso de que se necesitara. Los estímulos físicos y auditivos se lograban usando la programación interna del *gadget* y usando un motor de vibración y un *buzzer*; estos emitían una señal para el usuario cuando se acababa el tiempo y llegaba el momento de descanso, también cuando dicho descanso concluía. En cambio, el estímulo visual dentro del *gadget* se reflejaba dándole uso a un led RGB interna, la cual cambiaba de color gradualmente conforme avanzaba el tiempo de la tarea. Esta emitía un color verde cuando la tarea y el temporizador estaban en curso, cambiaba a azul cuando el tiempo del temporizador se encontraba un 75% completado y se ponía rojo cuando era hora de descanso o la tarea había finalizado. También el tiempo del temporizador se podía ver reflejado en la aplicación, acompañado del cambio de color del *gadget* (véase fig. 3.).



Fig. 3. Temporizador del gadget.

Otra funcionalidad correspondía al manejo de salud del usuario. A la hora de finalizar un ciclo de tareas, el *gadget* registraba la frecuencia cardíaca del usuario gracias al sensor de frecuencia cardíaca integrado. Este presentaba los resultados dentro de la aplicación del celular donde también le mostraba una sección para registrar su estado de ánimo durante el día. El usuario podía observar la variación en sus emociones diarias durante los días de la semana en el registro de la aplicación (véase fig. 4.).



Fig. 4. Manejo de la salud del usuario.

Para finalizar, el *gadget* poseía una variedad amplia de componentes que lograban su funcionalidad; entre ellos, se encontraban cables, tornillos, luces led RGB, sensor capacitivo TTP223, sensor de frecuencia cardiaca, motor de vibración, buzzer, batería recargable y el chip de información con un módulo de carga integrado (véase fig. 5.).

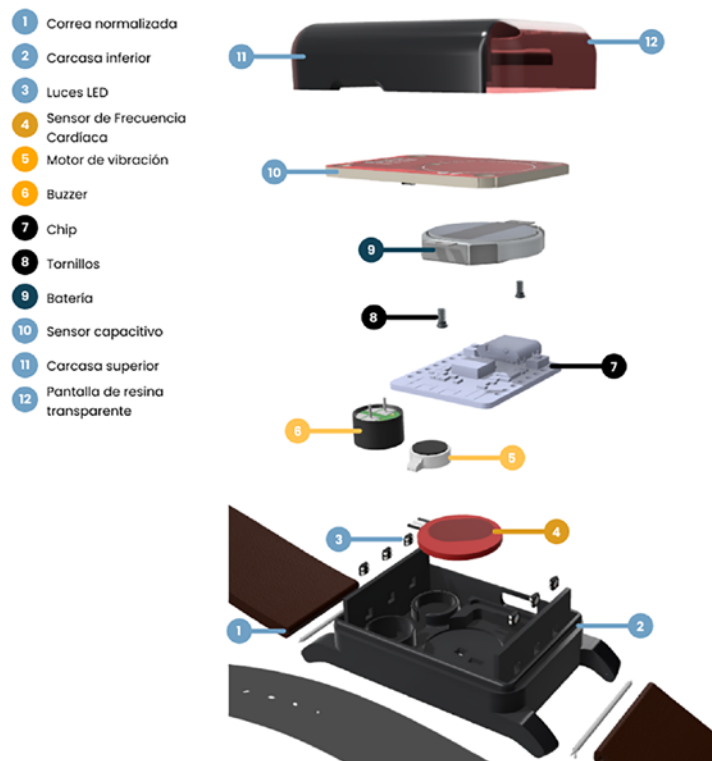


Fig. 5. Componentes electrónicos del gadget.

Se pudo definir diferentes resultados con respecto a la aplicación del producto con los usuarios en comparación con otros productos. Varios usuarios demostraron que este producto, al ser de uso constante en su persona, pero no tener pantallas o similares, permite que tengan un recordatorio constante para hacer sus tareas sin presentar una distracción. En pruebas realizadas se logró que los usuarios logaran terminar una prueba cronometrada sin distracciones a lo largo de esta, lo que ayudó a comprobar que el producto realmente genera un impacto en el usuario al tenerlo en sí mismo y verse en la obligación de hacer uso de este y seguir el horario establecido.

Discusión

Con FocusMate se pretende crear un sistema que ayuda al usuario a organizarse y motivarse, reduciendo así los efectos de la procrastinación, donde se pueda reducir el estrés y ansiedad que genera dejar obligaciones a último minuto [1]. Si se compara con el mercado, existen algunos productos que pretenden ayudar a la organización, ya sea agendas, calendarios, blocs de notas, relojes, alarmas, entre otros.

Sin embargo, muchos de estos productos llegan a convertirse en otra tarea que el usuario no quiere realizar, son muy incómodos para usar fuera de su hogar o simplemente no ayudan al usuario a resolver lo que necesitan. FocusMate ofrece un enfoque diferente al problema de la procrastinación, además de otros inconvenientes que se generan a causa de ello; donde no trata de agregarle otra tarea al usuario dándole reglas o rutinas que realmente no va a seguir, como se puede ejemplificar con la “regla de los dos minutos” [3], si no ayudarle a organizarse de forma en la que ellos decidan como hacerlo.

El adecuado uso de FocusMate puede lograr que el usuario obtenga una mejor calidad de vida de forma gradual, ya que permite añadir tareas pendientes de manera sencilla. El sistema de notificaciones ayuda a que el usuario se mantenga al tanto de los pendientes que tiene en su agenda, sin llegar a ser molesto. Además, su diseño portátil de brazalete permite que el usuario pueda portarlo sin necesidad de llevar un extra (bolsa, maleta, etc.) para transportarlo de un lugar a otro (véase fig. 6.).



Fig. 6. Prueba de usuario con el FocusMate.

Al tener varios prototipos del producto, se realizan diferentes pruebas de usuario. Muchos encuentran la idea y la funcionalidad del *gadget* sencilla y fácil de entender, además de que se sienten muy atraídos por su forma familiar y su sencillez de manipulación.

Para el futuro, queda pendiente implementar un sistema de recomendaciones respecto al manejo de la ansiedad o los estados de ánimo negativos que reducen la motivación de las personas que sufren este problema. Además, se puede buscar mejoras en las proporciones del modelo físico del *gadget*, para hacerlo más discreto y que este se pueda adaptar a las necesidades de los usuarios. Además de investigar cómo hacer el *gadget* de forma independiente a la aplicación, que, aunque la tenga, el usuario no dependa de esta para hacerlo funcionar y que el *gadget* no se llegue a parecer a un *smart watch* convencional.

Conclusiones

Con el diseño de FocusMate, se creó una experiencia que permite mejorar la productividad y reducir los efectos negativos de la procrastinación en los usuarios. Su objetivo es proporcionar una herramienta que permita gestionar el tiempo y los estados de ánimo de manera más eficiente.

Mediante una investigación exhaustiva y un cuidadoso proceso de diseño, se ha creado una interfaz intuitiva y familiar. La interacción con FocusMate es sencilla gracias a su diseño compacto y ergonómico. La correa ajustable permite que los usuarios lo lleven consigo en todo momento, recibiendo recordatorios constantes y adaptándose fácilmente a diferentes

personas. Además, su estética simple y minimalista atrae a una amplia gama de usuarios de distintas edades.

La aplicación de FocusMate para teléfonos móviles facilita la organización de tareas mediante un calendario, lo que ayuda a mantener un mejor control de los pendientes. El sistema de luces, notificaciones sonoras y vibración ofrece incentivos para recordar y motivar a los usuarios a completar sus tareas. Además, permite la creación de listas diarias de tareas, ayudando a los usuarios a establecer y alcanzar metas a corto plazo, lo que genera un sentimiento de satisfacción al finalizar las actividades.

La integración de un temporizador con las luces de FocusMate permite a los usuarios alternar entre momentos de concentración y descanso, fomentando un equilibrio saludable entre el manejo del tiempo y el bienestar físico y mental. Además, al incluir un registro de emociones, FocusMate se conecta de manera más profunda con los usuarios, priorizando su salud mental y buscando reducir los efectos negativos del estrés y la ansiedad.

Finalmente, se obtuvieron resultados favorables a través de pruebas de usuarios, entrevistas y observación con los prototipos diseñados. Estos estudios han demostrado que la combinación de un *gadget* e interfaz en FocusMate ayuda a mejorar la gestión del tiempo mediante motivación y estímulos visuales. Además, permite reducir los efectos negativos de la procrastinación gracias a una mejor organización, lo que proporciona una experiencia de usuario positiva. FocusMate acompaña a las personas procrastinadoras en su vida diaria, facilitando una gestión más eficiente del tiempo y promoviendo hábitos productivos.

Referencias

- [1] C. Vásquez, "Procrastinación, ¿es un trastorno o solo un rasgo de la personalidad?", El Diario, https://www.eldiario.es/era/procrastinacion-trastorno-solo-rasgo-personalidad_1_1166898.html (Consultado 27 feb., 2024)
- [2] M. Manchado, F. Hervías, "Procrastinación, ansiedad ante los exámenes y rendimiento académico en estudiantes universitarios", *Interdisciplinaria*, vol. 38, núm. 2, pp. 243-258, 2021.
- [3] Guerri, M, "Qué es la procrastinación y cómo dejar de procrastinar", PsicoActiva, <https://www.psicoactiva.com/blog/la-procrastinacion/> (Consultado 27 feb., 2024)
- [4] F. M. Sirois y T. A. Pychyl, "Procrastination and the Priority of Short-Term Mood Regulation: Consequences for Future Self," *Social and Personality Psychology Compass*, vol. 7, no. 2, pp. 115-127, 2013.
- [5] W. Casasola-Rivera, "La procrastinación en estudiantes universitarios ¿Por qué debería ser un asunto de importancia académica?", Hoy en el TEC, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2022/11/23/procrastinacion-estudiantes-universitarios-deberia-ser-asunto-importancia-academica> (Consultado 28 feb., 2024)

- [6] L.R. Magnín “Relación entre procrastinación académica y estrés académico en estudiantes de psicología de Paraná”, Tesis, Universidad Católica Argentina, Paraná. 2021.
- [7] Ferrari, J. R., Johnson, J. L., & McCown, W. G., *Procrastination and Task avoidance: Theory, research, and treatment*, Nueva York, Estados Unidos: SSBM, 1995.
- [8] L. C. Araya-Roajs, “Objetos inteligentes: un paso de lo tradicional a nuevas formas de interacción”, *Actas Diseño*, vol. 40, pp. 46–51, 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.18682/add.vi40>



Evaluación de la usabilidad de una aplicación móvil de telecomunicaciones

Usability evaluation of a telecommunications mobile application

Jose Cubillo-Mora ¹

María J. Rodríguez-San Lee ²

Jose Cubillo-Mora y María J. Rodríguez-San Lee "Evaluación de la usabilidad de una aplicación móvil de telecomunicaciones", IDI+, vol. 7 no 2, Ene., pp. 67-82, 2024.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v7i2.7732>

Fecha de recepción: 20 de noviembre de 2023

Fecha de aprobación: 24 de mayo de 2024

1. Jose Cubillo-Mora

Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Cartago, Costa Rica

andrescm3@estudiantec.cr

 0009-0006-9643-922X

2. María J. Rodríguez-San Lee

Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Cartago, Costa Rica

majosanlee@estudiantec.cr

 0009-0001-9734-9078

Resumen

El presente artículo se basa en una investigación que se llevó a cabo mediante un conjunto de medidas establecidas para evaluar la usabilidad de una aplicación móvil desarrollada por una empresa de telecomunicaciones en Costa Rica. La aplicación tiene la tarea de gestionar servicios y realizar pagos en modalidades de pospago, prepago y servicios para el hogar, así como hacer compras en línea. Esta fue sometida a evaluación con la participación de 10 usuarios con distintos niveles de experiencia digital.

En el proceso de evaluación, se aplicaron las normas ISO 25062, ISO 9241.11 y la escala System Usability Scale (SUS). Las normas ISO proporcionaron directrices para evaluar la usabilidad de productos de *software*, centrándose en la eficiencia y efectividad del usuario al utilizar la herramienta. Por otro lado, la escala SUS permitió medir la usabilidad percibida por los usuarios, considerando la facilidad de uso, la complejidad y la satisfacción general del usuario.

Los resultados de la investigación indicaron que, en términos generales, el diseño de la aplicación era adecuado. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora que podrían implementarse para potenciar la experiencia del usuario. Estas mejoras fueron sugeridas con base en los problemas de diseño identificados durante la investigación.

Palabras clave

Usabilidad; telecomunicación; ISO 25062; ISO 9241; sistema de escalas de usabilidad.

Abstract

This article was based on research conducted through a set of measures established to evaluate the usability of a mobile application developed by a telecommunications company in Costa Rica. The application, which has the function of managing services and performing postpaid, prepaid and home services, as well as making online purchases, was subjected to evaluation with the participation of 10 users with different levels of digital experience.

In the evaluation process, the ISO 25062, ISO 9241.11 and SUS (System Usability Scale) standards were applied. The ISO standards provided guidelines for evaluating the usability of software products, focusing on the user's efficiency and effectiveness in using the tool. On the other hand, the SUS scale made it possible to measure the usability perceived by users, considering ease of use, complexity and overall user satisfaction.

The results of the research indicated that, in general terms, the design of the application was adequate. However, areas of improvement were identified that could be implemented

to enhance the user experience. These improvements were suggested based on the design issues identified during the research.

Keywords

Usability; telecommunication; ISO 25062; ISO 9241; usability scale system.

Introducción

En los últimos años, las aplicaciones móviles han ganado una relevancia crucial en la gestión diaria de servicios, debido a su capacidad para ser utilizadas en dispositivos portátiles. Según datos de Statista, en 2022, los teléfonos inteligentes representan el 77% del mercado global de dispositivos móviles, destacando su predominancia en el ecosistema digital [1]. Por lo que este dominio en el mercado resalta la necesidad de garantizar que las aplicaciones sean altamente usables para satisfacer las expectativas de una base de usuarios tan extensa y diversa. Esta investigación tiene como objetivo comprobar la usabilidad de una aplicación móvil de telecomunicaciones de Costa Rica con base en las normas ISO 25062, ISO 9241.11 y la escala SUS.

La usabilidad en las aplicaciones móviles es un aspecto fundamental de estudio, dado que la eficiencia, efectividad y satisfacción del usuario se muestran fundamentales para asegurar el éxito de una aplicación. Según los estándares ISO 9241 e ISO 25062, la medición de estos aspectos se realiza dentro del contexto de uso, teniendo en cuenta las tareas específicas que los usuarios deben llevar a cabo [2].

Los usuarios de aplicaciones móviles gastan en promedio menos de cinco minutos en aprender a utilizar una nueva aplicación. Esto resalta la importancia de que las interfaces sean intuitivas y que posean una alta capacidad de aprendizaje y memorabilidad. Si la aplicación no resulta fácil de usar, los usuarios tienden a abandonarla [3].

En Costa Rica, la usabilidad de las aplicaciones móviles adquiere mayor relevancia dentro del Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2022-2027, que pone énfasis en mejorar la accesibilidad y eficiencia de los servicios de telecomunicaciones como parte de los objetivos estratégicos del país [4]. Este plan destaca la necesidad de contar con interfaces que sean fáciles de usar y eficientes, permitiendo a los ciudadanos acceder de manera efectiva a servicios esenciales. De este modo, la presente investigación busca contribuir a dichos objetivos evaluando la usabilidad de una aplicación móvil clave en el sector de las telecomunicaciones.

En este contexto, es relevante mencionar que, según el informe *Estadísticas del Sector Telecomunicaciones del 2021* de SUTEL, la empresa de la aplicación evaluada ocupa uno de los primeros lugares en participación de mercado en telefonía celular, destacándose como uno de los principales operadores en Costa Rica [5]. Además, considerando el crecimiento de

los servicios de telecomunicaciones en el país, se destaca la importancia de la presencia de interfaces usables para la gestión de servicios gubernamentales por parte de los ciudadanos.

A nivel regional, el gobierno digital gana relevancia en Latinoamérica, buscando mejorar la administración pública y la participación ciudadana a través de la adopción de tecnologías de la información [6]. Lo cual subraya la pertinencia de esta investigación, que pretende contribuir al conocimiento existente sobre usabilidad, la cual es fundamental para el desarrollo de soluciones tecnológicas efectivas.

Definición del problema de diseño

En este escenario, la digitalización de trámites y servicios gubernamentales conlleva numerosos beneficios, como la disminución de costos y tiempos, acceso transparente a la información, mejora de la calidad de los servicios virtuales, modernización de la ciudadanía y mayor eficiencia operativa del gobierno [7]. Sin embargo, la usabilidad emerge como un elemento crucial para la obtención de estos beneficios, por lo que se ha identificado la necesidad de evaluar la usabilidad de la aplicación en particular, planteando la siguiente pregunta: ¿cuál es el nivel de usabilidad de la aplicación móvil de telecomunicaciones, según las normas ISO 25062, ISO 9241.11 y SUS, en relación con el perfil de sus usuarios adultos costarricenses?

Metodología

El tipo de investigación realizado fue descriptivo con un diseño experimental, ya que se sometió a los usuarios a realizar diversas tareas para observar sus reacciones; se recopilaron los datos y se analizaron los resultados con los cuales se generaron las conclusiones pertinentes.

Las métricas aplicadas para el análisis de la prueba se alinearon con los estándares establecidos en la norma ISO 9241-11. Esta norma proporcionó directrices sobre cómo medir la usabilidad contemplando aspectos como errores cometidos por los *testers*, la cantidad de asistencias solicitadas y el tiempo que les tomó hacer una tarea en específico. Además, se consideraron diversas métricas para evaluar la eficacia, eficiencia y satisfacción de los usuarios durante la realización de las tareas [8].

Para evaluar la eficacia, se tomó en cuenta la tasa de finalización, que representó el porcentaje de usuarios que lograron completar correctamente cada tarea. También se evaluaron los errores, donde se tuvo en cuenta la cantidad de fallos cometidos por los participantes durante la prueba y se analizaron las ayudas, las cuales se dividieron en tasa de finalización sin asistencia y con asistencia.

Para medir la eficiencia, se calculó dividiendo el tiempo dedicado a completar una tarea entre el tiempo promedio obtenido entre todos los participantes. Por otro lado, la norma ISO 25062 facilitó la comunicación de los resultados mediante un formato estandarizado de tablas, en el

que se documentaron cifras relativas a errores, asistencias, tiempos y valores estadísticos, lo cual facilitó el análisis e interpretación de los datos recopilados [9].

Y en relación con las métricas de satisfacción, se basaron en el SUS , un cuestionario de 10 ítems con una escala Likert de 1 a 5, diseñado para obtener la calificación subjetiva de los usuarios sobre su satisfacción con la aplicación [10]. Con ello se consideró la percepción de los usuarios sobre la aplicación de telecomunicaciones, en términos de satisfacción, comodidad y accesibilidad. La puntuación SUS conformó el promedio de las puntuaciones individuales de todos los usuarios que completaron el cuestionario de satisfacción [11].

Para la ejecución de las pruebas, se realizó una segmentación de usuarios, donde se seleccionaron dos tipos de perfil persona, cuyas necesidades los diferenciaban entre sí.

La primera persona representó a los usuarios cuya edad rondaba entre los 18 y 40 años, con una alta experiencia en el uso de herramientas digitales. Sus necesidades incluían pagar o recargar servicio móvil, consultar facturas pendientes, consultar estado de consumo del servicio móvil, programar pagos, pagar servicios de hogar, consultar paquetes de internet y consultar precio de un plan para el hogar.

La segunda persona representó a los usuarios entre los 41 y 60 años, con una experiencia tecnológica entre media y baja. Entre sus necesidades estaba consultar facturas pendientes, consultar paquetes de internet, consultar estado de consumo del servicio móvil y pagar o recargar servicio móvil.

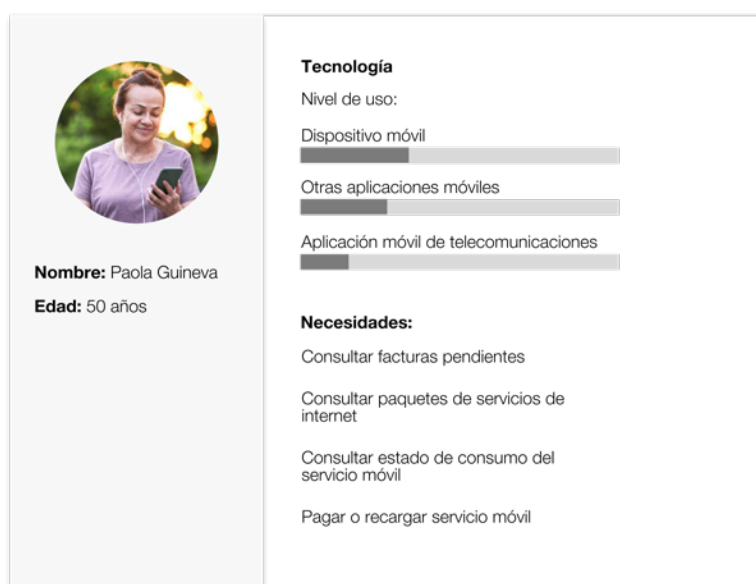


Fig. 1. Perfil de usuario.

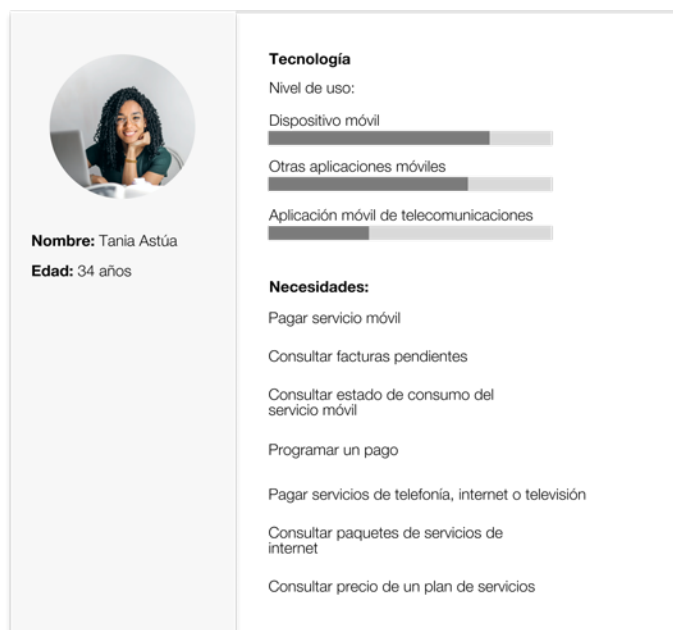


Fig. 2. Perfil de usuario.

Se definió un total de 10 participantes con el objetivo de que realizaran la prueba, de modo que se cumpliera con el mínimo establecido por la prueba SUS [12]. Para su reclutamiento, se aplicó un cuestionario en línea que considerara las características de los perfiles, para su respectiva valoración y selección. Además, se consultó por la disposición para participar en las pruebas y un medio de contacto a fin de convocarlos y coordinar una reunión.

Los participantes fueron seleccionados según sus respuestas del cuestionario de reclutamiento, de manera que se convocó a las personas que mejor encajaban con los perfiles de usuario definidos para la aplicación, considerando su experiencia digital y sus necesidades.

TABLA I
TABLA DE PARTICIPANTES

	Sexo	Edad	Educación	Ocupación	Experiencia profesional	Experiencia informática	Experiencia con el producto
P1	F	59 años	12 años	Auxiliar de enfermería	22 años	Baja	Media
P2	F	60 años	16 años	Cocinera	10 años	Baja	Baja
P3	F	58 años	12 años	Administradora del hogar	0 año	Baja	Baja
P4	F	54 años	16 años	Profesora	15 años	Baja	Media
P5	F	49 años	16 años	Ama de casa	23 años	Media	Media
P6	M	52 años	17 años	Ingeniero en sistemas	27 años	Media	Baja
P7	F	56 años	16 años	Analista Financiera	28 años	Media	Baja
P8	F	30 años	16 años	Ingeniera Topógrafa	3 años	Alta	Media
P9	F	23 años	16 años	Estudiante Universitaria	0 años	Alta	Baja
P10	F	26 años	16 años	Economista	4 años	Alta	Baja

Nota: La tabla muestra los datos de cada participante de la prueba de usabilidad

Para el contexto del uso, se definió un total de 10 tareas específicas, a fin de que los testers las llevaran a cabo, mediante pruebas heurísticas, cuyo objetivo fue evaluar el nivel de usabilidad de la interfaz. Estas tareas se diseñaron considerando las funcionalidades de la aplicación y estuvieron orientadas a resolver las necesidades que buscaba abordar, así como el nivel de tráfico que enfrentaba. Las tareas se distribuyeron en tres categorías principales:

1. Servicios:

- Escenario 1: Consultar sobre las facturas pendientes del servicio móvil
- Escenario 2: Consultar el estado de consumo del servicio móvil
- Escenario 3: Consultar paquetes de internet
- Escenario 4: Agregar un servicio móvil de un tercero

2. Pagos:

- Escenario 5: Realizar el pago de un servicio pospago
- Escenario 6: Realizar una recarga a un servicio prepago
- Escenario 7: Programar el pago del servicio pospago

3. Compras:

- Escenario 8: Realizar la consulta para comprar un plan personal
- Escenario 9: Realizar la consulta para comprar dispositivo móvil
- Escenario 10: Consultar precio de un plan para el hogar

Esta selección de tareas se estructuró considerando la similitud y repetición de secciones observadas en el inventario de contenidos de la aplicación. Las pruebas se realizaron de manera presencial en un entorno cuidadosamente estructurado, donde los participantes fueron divididos según su nivel de destreza con herramientas digitales y con base en los perfiles de usuario definidos.

Las tareas se comunicaron tanto verbal como por escrito, de modo que se garantizara que los usuarios supieran qué debían hacer en todo momento y se evitara la toma de decisiones sin una base fundamentada. A su vez, las tareas se ordenaron según su complejidad, con el fin de que los usuarios abordaran primero las sencillas antes de realizar las complejas para que se sintieran más familiarizados con la herramienta.

Se aseguró que los recursos necesarios estuvieran disponibles, incluyendo acceso a internet estable y datos de calidad para llevar a cabo las pruebas. Se suministró a todos los *testers* el mismo modelo de dispositivo móvil, con capacidad para grabar audio y la pantalla, a fin de observar cómo se movían dentro de la aplicación, junto con el tiempo que dedicaban a cada tarea en la fase recopilación y análisis de los datos.

El entorno contaba con condiciones espaciales, acústicas y visuales idóneas para la ejecución de las pruebas, libre de distracciones que pudieran interferir negativamente en la concentración del usuario [8]. Las pruebas se limitaron a una duración máxima de 15 minutos para evitar la fatiga de los *testers* y garantizar la integridad de los resultados.

El equipo de investigación estuvo presente durante las pruebas, con el rol de moderador, para atender cualquier duda de los participantes. A su vez, se registró una detallada bitácora con las observaciones de cada prueba. Al finalizar las pruebas heurísticas, se suministró el cuestionario SUS a cada *tester*, otorgándoles aproximadamente 2 minutos para completarlo [13]. Una vez terminado este proceso, se procedió a realizar la despedida a los participantes con su respectivo agradecimiento por su contribución en las pruebas.

Resultados

Luego de haber realizado las pruebas de usuario, se recopiló la información generada por medio de las grabaciones de pantalla realizadas y los apuntes de la bitácora. Los datos se registraron en hojas de cálculo en formato Excel para su correcta organización, donde se crearon tablas que facilitaron la visualización y comparación de estos. Además, la norma ISO 25062 [9] planteó un formato específico para generar dichas tablas, el cual incluyó los datos referentes al tiempo de duración de la realización de cada tarea, la cantidad de errores cometidos y la cantidad de asistencias solicitadas. De manera que proporcionó una base sólida para realizar el análisis de los datos e identificar tendencias significativas en el comportamiento de los *testers*.

Los resultados generales obtenidos por participante, en las pruebas realizadas según las normas ISO 9241-11, se detallan en la siguiente tabla

TABLA II
TABLA DE RESUMEN PARTICIPANTES

	Tareas sin asistencia %	Tareas con asistencia %	Tiempo	Errores	Asistencia
P1	70%	30%	0:08:05	12	7
P2	40%	60%	0:09:28	22	8
P3	40%	60%	0:09:52	9	10
P4	70%	30%	0:08:42	13	5
P5	70%	30%	0:10:17	10	3
P6	80%	20%	0:11:36	23	5
P7	50%	50%	0:10:42	24	9
P8	90%	10%	0:05:57	16	2
P9	80%	20%	0:07:29	15	2
P10	100%	0%	0:05:32	8	0
Promedio	69%	31%	0:08:46	15,2	5,1
Desviación estándar	20,25%	20,25%	0:02:00	5,9	3,3
Valor máximo	100%	60%	0:01:50	24	10
Valor mínimo	40%	0%	0:00:51	8	0

Nota: La tabla muestra los resultados de cada participante de toda la prueba.

El promedio del tiempo empleado por los testers para realizar las 10 tareas fue de 8 minutos con 46 segundos, con una desviación estándar de 2 minutos. Donde los participantes intermedios (P5, P6, P7) fueron los que más tardaron en completar la prueba, seguidos por los principiantes (P1, P2, P3, P4) y luego los expertos (P8, P9, P10). Asimismo, los testers intermedios cometieron una mayor cantidad de errores, durante todo el proceso, que los principiantes y avanzados. No obstante, los usuarios principiantes fueron quienes solicitaron mayor asistencia durante toda la prueba. A su vez, un 68% de las tareas fueron realizadas sin asistencia y un 32% fueron ejecutadas con asistencia. Por otro lado, los resultados obtenidos, por cada tarea, se detallan en la siguiente tabla:

TABLA III
TABLA DE RESUMEN TAREAS

	Efectividad sin asistencia %	Efectividad con asistencia %	Promedio Tiempo	Errores	Asistencia
T1	94%	6%	0:00:45	0	3
T2	100%	0%	0:00:33	4	0
T3	98%	2%	0:00:28	5	1
T4	100%	0%	0:00:18	0	0
T5	100%	0%	0:00:29	1	0
T6	85%	15%	0:00:51	16	6
T7	90%	10%	0:01:19	70	7
T8	85%	15%	0:01:44	49	19
T9	97%	3%	0:01:01	3	3
T10	93%	7%	0:01:19	4	12
Promedio	94%	6%	0:00:53	15,2	5,1
Desviación estándar	5,88%	5,88%	0:00:28	24,29	6,22
Valor máximo	100%	15%	0:01:91	70	19
Valor mínimo	85%	0%	0:00:18	0	0

Nota: La tabla muestra los resultados de todos los participantes en cada tarea.

El tiempo promedio que les tomó a los usuarios realizar cada tarea fue de 53 segundos, con una desviación estándar de 28 segundos. Donde se observó que las tareas aumentaban el tiempo que requerían para hacerse conforme incrementaba su complejidad. Se identificó una tendencia a cometer errores en las tareas 6, 7 y 8, donde la cantidad era notablemente más alta en comparación con las otras tareas. Por otro lado, las tareas que más requirieron asistencia por parte de los testers fueron la 8 y 10, para este caso, también fue notable cómo la cantidad de asistencias aumentó conforme avanzaba la complejidad de las tareas.

Respecto a la herramienta SUS y el nivel de satisfacción que percibió cada participante, se detalla en la siguiente tabla:

TABLA IV
TABLA DE RESUMEN RESULTADOS ÍNDICE DE SATISFACCIÓN

Usuario	Escala SUS
P1	70
P2	47,5
P3	32,5
P4	60
P5	47,5
P6	50
P7	72,5
P8	72,5
P9	95
P10	92,5
Promedio	64
Desviación	20,28
Valor máx.	32,5
Valor mín.	95

Nota: La tabla muestra los resultados de la encuesta de satisfacción SUS.

Con respecto a la satisfacción, las calificaciones de los expertos rondaron entre 72,5 y 95, las notas de los intermedios estuvieron entre 47,5 y 72,5 y las de los principiantes, entre un 32,5 y un 65. Con lo que se obtuvo un promedio de 64 entre las calificaciones de los 10 participantes.

Discusión

Por medio de la evaluación de la aplicación, se nota la importancia de considerar la diferencia de necesidades y habilidades de los usuarios, ya que estos aspectos influyen directamente en la usabilidad y el nivel de satisfacción con la interfaz.

Resultados de tareas

Analizando los resultados, se destaca la eficacia general de los usuarios al completar las tareas. El promedio de efectividad sin asistencia es del 94%, lo cual indica un buen desempeño. Sin embargo, se observa una variabilidad con una desviación estándar del 5,88%, mostrando que algunos usuarios tienen un rendimiento más consistente que otros.

En cuanto a errores, se destaca que las tareas 6, 7 y 8 presentan un número significativamente mayor de errores en comparación con las demás, registrando 16, 70 y 49 errores,

respectivamente. Esto se debe a las dificultades de uso que encuentran los participantes en la tarea 6 (consultar paquetes de internet), ya que la mayoría no entiende que pueden interactuar con el ícono de *Wi-Fi* que funciona como botón, lo que retrasa el acceso a la información necesaria. En la séptima tarea, la cual se relaciona con la programación de pagos, se observan dificultades y errores comunes entre todos los participantes, ya que intentan realizar la programación desde ubicaciones incorrectas. En cuanto a la octava tarea, en la sección de compras, los participantes principiantes e intermedios encuentran obstáculos para localizar la opción de compra y personalizar el plan, lo que los lleva a iniciar el proceso en secciones equivocadas.

En cuanto a la eficacia de las tareas analizadas, esta se determinó en función del número de testers que lograron completarlas, sin tener en cuenta la cantidad de errores o asistencias requeridas. Como se observa en el gráfico, 6 de las 10 tareas fueron completadas por todos los usuarios, concretamente las tareas 1, 2, 4, 5, 9 y 10. La tarea 3 fue completada por 9 usuarios, mientras que las tareas 6 y 8 fueron completadas por 8 usuarios. Esto indica que la mayoría de los usuarios lograron completar la mayoría de las tareas. Sin embargo, la tarea 7, que consistía en programar un pago, mostró una eficacia significativamente menor, con solo un 20% de completitud, ya que únicamente 2 usuarios lograron finalizarla. Esto sugiere una baja eficacia en comparación con las demás tareas.

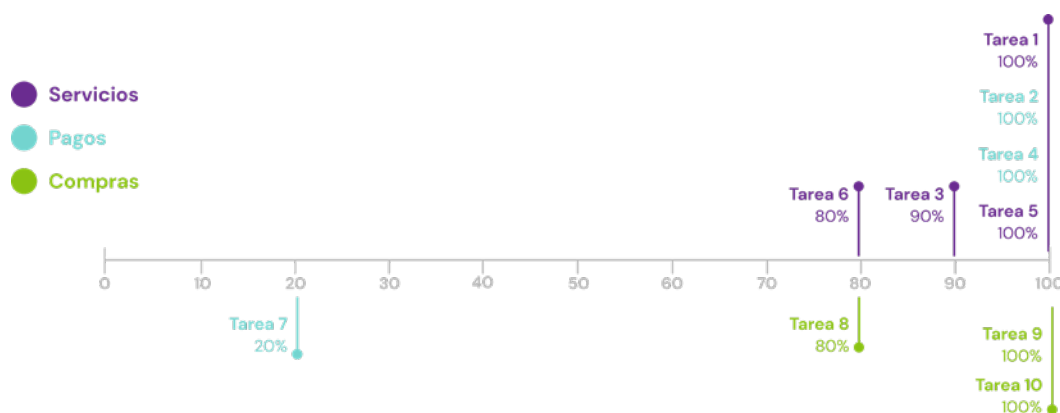


Fig. 3. Escala de eficacia de las tareas completadas con éxito.

Desempeño

Los 3 usuarios intermedios muestran un bajo rendimiento debido a que tienen una gran cantidad de tareas no completadas, 6 en total, y a los errores que cometen intentando cumplir con las tareas más complejas. Del mismo modo, los 4 principiantes presentan un rendimiento deficiente, al no lograr completar un total de 6 tareas y rendirse rápidamente. Aunque, por esa misma razón, cometen menos errores en comparación con los demás participantes. Sin embargo, los 3 expertos tienen el mayor desempeño, con la menor cantidad de errores y

tiempo invertido, con solo una tarea no completada entre los 3. Con el progreso de las tareas, se nota una mejora en la interacción de los usuarios, lo cual resalta el proceso de aprendizaje durante su realización en la prueba.

Satisfacción del usuario

Los resultados de la aplicación del cuestionario SUS sugieren que la aplicación es más agradable para expertos que para intermedios o principiantes, quienes deben invertir un mayor esfuerzo y tiempo en completar las tareas estudiadas.

Con el análisis del puntaje promedio de 64 en el SUS, se observa que el diseño de la aplicación se encuentra “al margen”, ya que una nota superior a 51 pero inferior a 68 significa que hay problemas con el diseño que deben identificarse y resolverse.

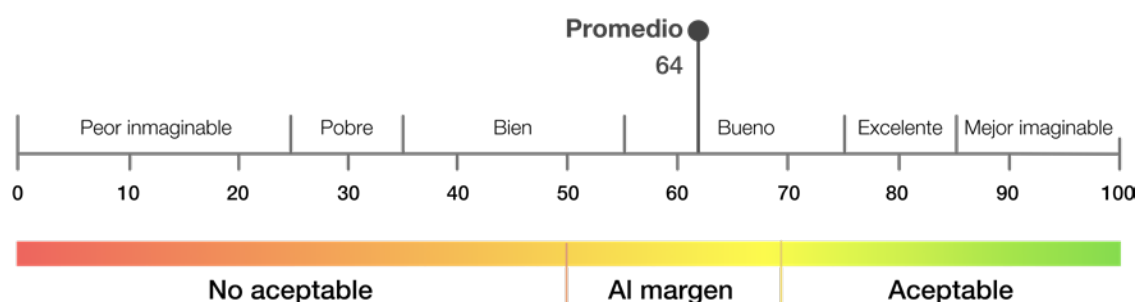


Fig. 4. Escala de aceptación SUS.

Conclusiones

La aplicación de los componentes ISO y SUS en la evaluación de procesos de usabilidad ha tenido un impacto significativo en la comprensión y precisión de los resultados obtenidos. La norma ISO permitió una evaluación sistemática y estandarizada, proporcionando una base para identificar áreas de mejora en la usabilidad. Por su parte, SUS proporcionó una visión clara sobre cómo los usuarios perciben la facilidad de uso del sistema, añadiendo una perspectiva adicional sobre su experiencia general.

Estos componentes han enriquecido el análisis de usabilidad y han demostrado su relevancia, al proporcionar una evaluación más completa y detallada. La combinación de estos enfoques ha permitido una comprensión más profunda de los procesos de usabilidad, destacando tanto las fortalezas como las áreas que requieren atención y mejoría.

A lo largo de la evaluación de la usabilidad de la aplicación móvil de telecomunicaciones, la realización de las tareas mostró variaciones según su complejidad y el nivel de experiencia de los usuarios. Aunque, de manera global, todas las tareas fueron realizadas exitosamente

por los distintos grupos de usuarios, se observaron diferencias notables entre ellos. Los principiantes, en particular, requerían más asistencia en comparación con los intermedios y expertos. Además, los usuarios intermedios mostraron una tendencia a presentar más errores durante la ejecución de las tareas.

Sin embargo, la tarea 7, que consistía en programar un pago, destacó por su bajo nivel de eficacia. Esta tarea específica mostró un mayor número de errores y dificultades para completarse, con la excepción de dos usuarios expertos, quienes fueron los únicos en completarla con éxito.

Las tareas de servicios y pagos (a excepción de programar un pago y consultar paquetes de internet) presentaron menos errores para todos los grupos de usuarios, entre 0 y 4 errores. Estas tareas en específico se observan como más intuitivas y fáciles de completar.

En general, los expertos demostraron mejor desempeño en comparación con los principiantes e intermedios al realizar las tareas. En la mayoría de los casos, los expertos lograron completarlas en un tiempo considerablemente menor que el promedio. En contraste, los principiantes dedicaron más tiempo del promedio en las primeras tareas, pero este tiempo se redujo a medida que avanzaban.

Respecto a las tareas analizadas, 9 de las 10 presentaron buenos resultados en términos de la capacidad de los usuarios para completarlas con éxito y al tiempo requerido para poder realizarlas, lo cual indica que son tareas que pueden ejecutarse sin mayor problema y en un tiempo prudencial. No obstante, la tarea 7 presentó un rendimiento deficiente, ya que un pequeño porcentaje de usuarios logró completarla con éxito, específicamente un 20%.

Con base en la satisfacción general, el puntaje promedio del cuestionario SUS, un 64, indica que la aplicación está en un punto intermedio en términos de satisfacción del usuario. Lo cual sugiere que hay margen para mejorar el diseño y la usabilidad. La percepción de la aplicación por parte de los usuarios indica que los principiantes e intermedios perciben la aplicación de manera más negativa en comparación con los expertos. Cabe mencionar que esta calificación contempla la experiencia que tuvieron los usuarios al realizar las 10 tareas definidas para ser puestas a prueba; no obstante, algunas de esas tareas no se vinculan con las necesidades de los usuarios previamente identificadas. Por lo que la calificación pudo haber sido alterada negativamente debido a que los usuarios presentaron problemas con las tareas que no forman parte de sus necesidades.

A partir de lo anterior, se concluye que el diseño de la aplicación es adecuado de manera general, no obstante, podrían implementarse algunas mejoras que se especifican en las recomendaciones para mejorar la experiencia de los usuarios. Además, la integración de los componentes de las normas ISO y SUS no solo facilitó la evaluación de la usabilidad en este estudio, sino que también estableció un precedente para futuras investigaciones y prácticas en el campo.

Referencias

- [1] F. Laricchia, "Global mobile device market share in 2017 and 2022, by shipments of device type", Statista, <https://www.statista.com/statistics/183530/worldwide-market-share-mobile-device/> (Consultado 20 mar., 2023)
- [2] K. Moumane, A. Idri, y A. Abran, "Usability evaluation of mobile applications using ISO 9241 and ISO 25062 standards", SpringerPlus, vol. 5, no. 548, pp. 3-4, abr., 2016. Consultado: 10 mar. 2023. [En línea]. Disponible: <https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-016-2171-z>
- [3] R. Harrison, D. Flood y D. Duce, "Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model", JIS, vol. 1, no. 1, pp. 3-4, may., 2013. Consultado: 10 mar. 2023. [En línea]. Disponible: <https://journalofinteractionspringeropen.com/articles/10.1186/2194-0827-1-1#citeas>
- [4] Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), "Plan nacional de desarrollo de las telecomunicaciones 2022-2027", 1ª ed. digital, San José, 2022. Disponible: <https://www.micitt.go.cr/sites/default/files/2023-06/Plan-Nacional-de-Desarrollo-de-las-Telecomunicaciones-2022-2027-2.pdf>
- [5] Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL), "Estadísticas del sector de telecomunicaciones", 1ª ed. digital, San José, 2022. Disponible: https://www.sutel.go.cr/sites/default/files/informe_estadisticas_sector_de_telecomunicaciones_2021_sutel.pdf
- [6] R. Rodríguez, "Gobierno digital en los gobiernos locales en América Latina", Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, vol. 6, n.º 11, 2021. Consultado: 10 mar. 2023. doi: <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i11.1227>. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576868768012>
- [7] R. Rock Content, "Gobierno digital: alta tecnología integrada a la gestión pública", Rock Content blog, <https://rockcontent.com/es/blog/gobierno-digital/> (Consultado 12 mar., 2023)
- [8] Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 11: Usabilidad. Definiciones y conceptos, ISO 9241-11, Asociación Española de Normalización, 2018.
- [9] Ingeniería de software-Producto de Software. Requisitos de Calidad y Evaluación (SQuaRE) — Formato común de la industria (CIF) para informes de pruebas de usabilidad, ISO/CEI 25062, ISO, 2006.
- [10] J. B. Brooke, "SUS – a retrospective," *Journal of Usability Studies*, vol. 8, no. 2, pp. 29-40, Feb. 2013.
- [11] C. Sepúlveda. "¿Cómo medir la usabilidad?", Medium, <https://medium.com/ux-ripley/cómo-medir-la-usabilidad-597c8fbb48f1> (Consultado 20 mar., 2023)
- [12] F. Hernández, Costa Rica. 5-ISO 25062 (14 jul., 2021). Consultado: 23 mar., 2023. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=Vru8ZUKmePg>

- [13] A. Smyk. "La escala de usabilidad del sistema y cómo se usa en UX", Xd Ideas, <https://xd.adobe.com/ideas/process/user-testing/sus-system-usability-scale-ux/> (Consultado 19 abr., 2023)