



Diseño de un ecosistema de dispositivos inteligentes para monitoreo remoto de la salud e integridad física de menores de un año

Design of a smart device ecosystem for remote health and safety monitoring of infants under one year of age

Gilberto Antonio Weelkly Prendigan¹, Ana Leslie Mora Monestel², Judith Castillo Moreno³

G. A. Weelkly Prendigan, A. L. Mora Monestel, J. Castillo Moreno "Diseño de un ecosistema de dispositivos inteligentes para monitoreo remoto de la salud e integridad física de menores de un año," *IDI+*, vol. 8, no. 1, pp. 36-52, jul., 2025.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v8i1.8114>

Fecha de recepción: 13 de noviembre de 2024

Fecha de aprobación: 23 de junio de 2025

1. Gilberto Antonio Weelkly Prendigan
Estudiante de Ingeniería en
Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
llilbert1027@gmail.com
 0009-0004-9315-1971

2. Ana Leslie Mora Monestel
Estudiante de Ingeniería en
Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
analeslie1242@gmail.com
 0009-0003-0005-5482

3. Judith Castillo Moreno
Estudiante de Ingeniería en
Diseño Industrial
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Cartago, Costa Rica
judycastle597@gmail.com
 0009-0006-9049-3487

Resumen

Es muy probable que la mayoría de personas, en algún momento de su vida, han escuchado acerca de casos de padres que vivieron experiencias lamentables con sus niños recién nacidos o menores a un año, donde en algún instante en que el encargado no tenía toda su atención puesta en el niño, a este le ocurrió algún evento repentino en su salud que, en el peor de los casos, lo llevó a la muerte. Estos eventos, coloquialmente conocidos como “muerte de cuna”, se caracterizaron por el deseo de haber contado con una alarma que indicara a las familias lo que estaba ocurriendo mientras aún se podía hacer algo.

Esta problemática incentivó al desarrollo de *Im'Ok*, un ecosistema de dispositivos inteligentes, con el objetivo de convertirse en un aliado esencial para la tranquilidad de padres y encargados de menores de un año, alertándolos de manera eficiente en caso de que a sus hijos les ocurriera un evento inesperado en su salud.

El desarrollo de *Im'Ok* siguió la metodología propuesta por la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial, específicamente en el curso de Diseño V. Este abarcó desde la identificación de la problemática hasta la documentación técnica de la solución, valiéndose del análisis de carencias en referenciales en el mercado, entrevistas con padres, validaciones de prototipos, entre otras técnicas que permitieron llegar al resultado de un ecosistema de tres dispositivos y una aplicación, los cuales se complementaron para asegurar una experiencia intuitiva y garantizar la tranquilidad de los padres/encargados.

Palabras clave

Ecosistema inteligente; ALTE; alerta; monitoreo; parámetros vitales.

Abstract

Most people have likely heard of parents facing tragic experiences with their newborns or infants under a year old. In these cases, when a parent's attention was briefly elsewhere, the child suddenly experienced a health event that, in the worst cases, led to death. These events, often referred to as “crib death,” are characterized by the wish of having had an alarm system to alert parents while intervention was still possible.

This issue led to the development of “*Im'Ok*,” an ecosystem of smart devices designed to be an essential ally in providing peace of mind to parents and caregivers of infants under one year old by efficiently alerting them in the event of an unexpected health episode in their child.

The development of “*Im'Ok*” followed the methodology taught by the School of Industrial Design Engineering, specifically in the Design V course. This process involved identifying the problem, performing technical documentation of the solution, analyzing gaps in market

references, conducting interviews with parents, validating prototypes, and using other techniques. This approach culminated in a comprehensive ecosystem of three devices and an app that work together to ensure an intuitive experience and provide peace of mind for parents and caregivers.

Keywords

Smart ecosystem; ALTE; alert; monitoring; vital signs.

Introducción

Presentación del problema

Durante la etapa de los primeros 12 meses de vida de cualquier ser humano, es probable que lleguen a manifestarse diferentes complicaciones en su salud, las cuales, en ocasiones, se presentan como eventos de carácter repentino, que ponen en riesgo la salud y vida del infante. Según [1], estos eventos reciben el nombre de *Apparent Life Threatening Event* (ALTE) y se definen como aquellos que ponen en riesgo la vida de un infante. Además, se caracterizan por apneas, cambios de coloración en la piel, tono muscular alterado, asfixia o arcadas en un bebé.

Khan y Roca [2] señalan que el ALTE no es un diagnóstico o enfermedad como tal, sino una forma de presentación clínica de diversos problemas o patologías, que suelen necesitar maniobras de recuperación del encargado del niño; pero que, por el contrario, suelen producirle al observador una primera reacción alarmante, dejarlo inmovilizado por no saber cómo reaccionar o, en el peor de los casos, el encargado no se percata del evento que sufre el niño (por ejemplo, por estar durmiendo) y no logra asistirle en el tiempo requerido.

La incidencia de los eventos ALTE en los registros varía según la zona geográfica delimitada, Pina [3] indica que, por ejemplo, en países como Nueva Zelanda, estos incidentes se dan en 0.46/1 000 niños recién nacidos, pero en países como Austria es de 2.46/1 000. Sin embargo, desde un panorama más general, Heiva et al. [4] indican que la incidencia del ALTE se estima en 6 por cada 1 000 niños nacidos a los 9 meses, pero asciende a un 86 por cada 1 000 en los nacidos antes de los 9 meses o prematuros.

Lo anterior es un factor de alarma, ya que, aunque la mayoría de los eventos ALTE se etiqueten con causas idiopáticas, Díaz [5] determinó que existen algunos factores de riesgo que generan que las posibilidades de ocurrencia de uno de estos eventos aumenten, entre estos, la prematuridad del infante es el factor principal. Según indica la OMS en [6], de 6% a 14% de los nacimientos a nivel mundial en el 2020 correspondieron a prematuros.

Otro factor de riesgo corresponde a los cuadros repetitivos de apneas. En un estudio realizado en [7], se indica que, de los 109 pacientes atendidos por eventos ALTE, en edad promedio de

11 semanas, se observaron signos de apnea en el 100% de ellos, indicando así su relevancia en estos eventos. Por su parte, el Ministerio de Salud [8] indicó que, en Costa Rica, en la semana epidemiológica 20 del 2024, se contabilizaron un total de 382 casos de problemas respiratorios en menores de un año.

Dada la situación donde los eventos suelen presentarse de manera repentina y que existen algunos factores de riesgo que pueden aumentar su incidencia, los padres de familia o encargados de cuidar a los infantes quedan en una posición de completa preocupación, al no saber si estos sucesos tocarán las puertas de sus menores. Por lo que dependen de desgastantes vigilancias nocturnas, privación de sueño, excesiva atención y el desatender actividades de su vida diaria para estar pendientes de poder reaccionar a tiempo, por si alguno de estos eventos inesperados llegase a presentarse en sus hijos llevándoles hasta el punto de casos como la muerte.

¿Qué ofrece el mercado actual?

Actualmente, a pesar de que el mercado ofrece diferentes opciones para monitorear diversos aspectos que tienen que ver con la integridad de los infantes menores de un año, las alternativas suelen caer en la categoría de imprecisas, difíciles de comprender para el usuario, complejas en su funcionamiento o que solo se pueden usar en un solo lugar. Por ejemplo, existen monitores que se adhieren al pañal o alguna prenda del niño y monitorean que esté respirando a través del movimiento del tórax. Sin embargo, según lo indica Stanford Medicine Children's Health [9], esta forma de detectar las apneas no es la más efectiva, ya que, durante episodios de apneas obstructivas, puede parecer que el niño está intentando respirar (su tórax se mueve hacia arriba y hacia abajo), pero no existe un intercambio de aire dentro de los pulmones, y si el patrón no se interrumpe, los pulmones y el corazón pueden sufrir un daño permanente.

También existen dispositivos que utilizan sensores de movimiento para instalarse debajo de la cuna del niño, pero que se pueden utilizar exclusivamente mientras el niño está durmiendo en su cama, por lo que no permite más posibilidades. Esto último puede significar un sentido de limitación a los padres *millennials* que, según [10], tienen como característica ser muy abiertos y apegados al uso de tecnología con sus hijos, así como al anhelo de vigilarles constantemente en su afán de cumplir un esquema de padres “perfectos”.

Sumado a lo anterior, no se encuentran fácilmente dispositivos o sistemas de estos que, además de brindar precisión, funcionen como un ecosistema que permita a los padres o encargados la libertad de monitorear a sus hijos sin verse limitados a cercanía (ya que muchos dispositivos funcionan por Bluetooth). Así mismo, permitan llevar un control médico de lo monitoreado (historial) y que sean fáciles de transportar, portar y entender por el usuario.

Relevancia del caso

A partir de lo anterior, el diseño de un ecosistema de dispositivos inteligentes para monitoreo remoto de la salud e integridad de menores de un año se convierte en una herramienta esencial para la tranquilidad de los padres. Las familias de bebés prematuros y primerizos (por la inexperiencia y el temor de cometer un error) entre 0 y 1 año experimentan la necesidad de sentirse más seguras y preparadas ante el riesgo de que sus hijos sufran un evento de aparente amenaza a la vida, sin que ellos se den cuenta durante las horas de sueño. Debido a que esto les genera estrés y ansiedad, al existir la posibilidad de no percibirlo a tiempo y poder accionar ante el peligro inminente de muerte que esto representa.

La satisfacción de esta necesidad en la vida de los padres claramente desemboca en que estos puedan tener mayor tranquilidad y libertad, así como estar en mejores condiciones para atender otros quehaceres mientras sus niños duermen; ya que, como se menciona en [11], la carencia de sueño por intranquilidad debido a la llegada de un bebé provoca una sensación de somnolencia y fatiga que acaba afectando a las actividades de la vida diaria.

Abordar este tema no solo ofrece un sentido de relevancia para los padres o encargados, sino que, como se menciona también en [4], ofrece al personal médico una mejor base para atender estas emergencias en sus salas; ya que una de las mayores dificultades para los pediatras que atienden episodios ALTE es que el primer diagnóstico se basa en la observación realizada por una persona asustada y sin entrenamiento médico que puede llegar a distorsionar la narración de los hechos ocurridos por la adrenalina del momento.

Metodología

Para el desarrollo, se utilizó el método propuesto por la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial del Tecnológico de Costa Rica [12] para el curso de Diseño V. Este constó de cinco etapas o fases que permitieron contar con un enfoque integral desde la identificación del problema hasta concretar una solución. Las etapas se presentan, a continuación:

Etapa 1: Conceptualizando la idea

Durante esta etapa, se exploraron diferentes problemáticas y áreas en las cuales era necesario satisfacer una necesidad; luego de identificar los problemas existentes en el campo neonatal e infantil como posible área de enfoque, se realizó un análisis de documentación a través de la exploración de artículos e investigaciones científicas. Como resultado de esta exploración, el enfoque de diseño se centró en la probabilidad de que los neonatos sufran, sin que sus padres se den cuenta, de un evento de aparente amenaza a la vida (ALTE).

Se ahondó en conocer las características o necesidades de los padres y cuidadores de niños menores de un año, para identificar mejor sus preocupaciones y necesidades, por lo que se

aplicaron entrevistas a usuarios que encajaban en este perfil. Posterior a conocer mejor a los usuarios, se realizó un análisis de referenciales, a fin de conocer qué es aquello que el mercado ofrece actualmente para tratar de satisfacer esta necesidad, analizando la forma de funcionamiento de cada opción, la manera en que interactúan con los infantes y los padres, así como sus ventajas y desventajas.

Con toda esta información, el equipo procedió a hacer un planteamiento del problema por atacar, se crearon hipótesis de soluciones y se elaboró una lista de requerimientos con los que el producto debiese cumplir.

Etapa 2: Definiendo la forma

Dadas las desventajas encontradas en algunos referenciales estudiados en la fase anterior, por ejemplo, la dificultad para que los productos no se limitaran a un lugar de uso, se definió que el dispositivo a realizar tendría la característica de ser *wearable* o portable; ya que, como se mencionó en [13], estos tienen la particularidad de permitir o ser la primera línea del registro y la monitorización continua y longitudinal de los parámetros de la salud fuera de las salas de consulta.

Posterior a ello, se estudiaron diferentes medidas antropométricas a través de un análisis ergonómico, siendo que, al tratarse de neonatos, estos se encuentran en constante crecimiento y las medidas de las partes de su cuerpo varían, por lo que no solo fue importante considerar percentiles para trabajar, sino que fue indispensable tener en cuenta la capacidad de adaptación del objeto al crecimiento del menor. Como menciona la OMS en [14], existen formas para monitorear la tasa rápida y cambiante de crecimiento en la primera infancia y pueden usarse para evaluar a los niños en todas partes, así como plantear generalidades. Para hacer esto, se utilizaron las tablas antropométricas venezolanas y españolas por su similitud con infantes costarricenses y también se tomaron en cuenta medidas estandarizadas para infantes según la OMS.

Así mismo, se realizó un análisis perceptual para entender cuál debía ser el lenguaje visual de un dispositivo que encajara en la categoría planteada; para esto se creó un *moodboard*, con el objetivo de entender las generalidades en cuanto a patrones y formas. Se utilizó también la herramienta de ejes semánticos a fin de descomponer y definir el lenguaje visual deseado. Además, se creó un cuadro comparativo de referenciales para obtener conclusiones específicas en cuanto a la forma, uso del color y apariencia general de los objetos.

Finalmente, con la información recolectada, se definió el concepto de diseño, con el objetivo de dar una visión más clara y concreta de la solución a desarrollar. Se puso especial atención en alinear el concepto con el objetivo general y los específicos del proyecto, procurando, como sugiere la guía presentada en [15], que estos orientaran claramente hacia la meta y sirvieran como base para estructurar los pasos necesarios para alcanzarla. Con esto último,

como fuente se elaboraron diseños preliminares de soluciones a la necesidad planteada, los cuales fueron evaluados mediante objetivos ponderados, ya que, como se explica en [16], estos permiten considerar la diferencia en importancia entre criterios, al asignar un porcentaje a cada requerimiento de diseño según su importancia, y con ello establecido, se brindó una calificación de cómo cumplía cada producto dicho requerimiento en una escala de 1 a 5. De esta manera, multiplicando la calificación dada por el valor asignado al criterio, se obtiene un dato numérico para filtrar el mejor resultado.

De allí nació la solución del diseño de no solo un dispositivo, sino un ecosistema de dispositivos inteligentes para monitoreo remoto de la salud e integridad de menores de un año. Estos fueron una pulsera que monitoree el pulso y saturación de oxígeno del bebé, una pulsera que permite al padre recibir notificaciones por medio de luces y patrones de vibración, así como una cámara que se coloque cerca del bebé y permita visualizar su integridad física a la distancia.

Etapa 3: Definiendo la funcionalidad

Se inició con la declaración de funcionamiento del producto, además, se estableció la función específica y las complementarias. Siendo la función principal prevenir la ocurrencia inadvertida de un posible evento de amenaza a la vida (ALTE). A partir de allí, se utilizó el árbol de funciones para descifrar los niveles de generalidad y detalle de la solución planteada.

Después del árbol de funciones, se realizó un análisis tecnológico planteando los diferentes componentes electrónicos a utilizar y haciendo énfasis especial en el análisis de los patrones de vibración y alertas visuales para el dispositivo portado por el padre, así como un estudio de los posibles materiales por usar, considerando, como indica [17], materiales que, al tratarse con infantes, tuvieran las características de alta versatilidad, durabilidad y, sobre todo, seguridad, siendo suaves con la delicada piel y boca del bebé, por ejemplo, el TPE. Posterior a ello, se establecieron los principios de funcionamiento y se creó un fluograma del funcionamiento del producto, para posteriormente establecer los componentes que ayudarían a que cada principio se pudiese ejecutar. Esto a través de un diagrama de sistemas y subsistemas, definiendo el producto como un sistema y vinculando las necesidades con los componentes físicos correspondientes.

Por último, se llevaron a cabo los primeros prototipos físicos (perceptuales) con materiales de muy bajo costo, esto para tener una primera aproximación llevando la solución definida bidimensionalmente a una tridimensional y tangible, a fin de verificar la interacción primaria con los usuarios, de esta manera, se obtiene su retroalimentación para mejorar el diseño. También se creó el primer prototipo funcional para simular de manera palpable el funcionamiento de los dispositivos.

Etapa 4: Prototipando y validando

Se aplicaron los cambios obtenidos de la primera retroalimentación y se crearon prototipos con materiales más cercanos a los finales, entre estos, PLA utilizado para la impresión 3D de piezas y tiras de materiales elásticos para simular las correas del dispositivo del niño, así como velcro para la correa del dispositivo del padre. Se establecieron tareas específicas para realizar una validación con usuarios potenciales y se realizaron pruebas de acuerdo con esas tareas con los nuevos prototipos perceptuales. Además, se utilizó el método de observación, el cual permite recopilar datos de forma sistemática observando y documentando comportamientos y, como estos ocurren en un entorno real [18], asignando a cada tarea que ejecutaban los usuarios una escala de logro desde “muy mal” hasta “excelente”. Luego, crearon gráficos para obtener una conclusión cualitativa.

En cuanto al prototipo funcional, también se establecieron retos enfocados en las alarmas y alertas que emite el dispositivo del padre cuando ocurre alguna anomalía en el niño, con el fin de validar que los medios utilizados (luces y vibración) fuesen lo suficientemente intuitivos.

Etapa 5: Documentación técnica

Durante esta fase, se realizaron las últimas correcciones a los modelos tanto perceptuales como físicos y se procedió a concretar el diseño final de cada uno. Se establecieron los componentes electrónicos normalizados necesarios para la realización del ecosistema planteado y se elaboraron los planos técnicos con las dimensiones específicas para fabricación. Además, se planteó la arquitectura final en relación con los sistemas y subsistemas. Finalmente, se realizó una guía de prototipado y un manual de usuario para uso del ecosistema inteligente.

Resultados

Utilizando como fuente toda la información recolectada a través de las diferentes etapas de la metodología y orientando la solución al concepto de diseño “Vigilancia para la tranquilidad parental”, se desarrolló *Im’Ok*; un ecosistema inteligente para alertar a los padres o cuidadores de cualquier anomalía en los parámetros vitales del bebé, mediante componentes que envíen alarmas o notificaciones a los dispositivos de conectividad del encargado. El ecosistema cumplió con las funciones inteligentes de monitorear parámetros vitales, interpretar datos en tiempo real y enviar de manera inmediata una alerta.

Im’Ok se formó por tres dispositivos: una pulsera para el infante, una cámara para colocar cerca de donde está el niño y una pulsera para el parente/encargado del infante. Todos los dispositivos fueron diseñados con bobinas de inducción magnética para ser recargados de manera inalámbrica con cualquier cargador que permita esta función.

Pulsera del infante

Esta pulsera satisfizo la función de monitorear los parámetros vitales del infante, de manera específica, su pulso y la saturación de oxígeno en sangre. Se incorporó una pequeña pantalla donde se pueden ver los valores monitoreados y por sí misma, a través de su microprocesador inteligente con un algoritmo específico, se le dio la capacidad de analizar los datos monitoreados por los sensores internos y detectar alguna anomalía en los mismos. Se incorporó también un módulo wifi que permite la conectividad con una aplicación que se puede instalar en el celular del padre o encargado y le envía los valores monitoreados en pulso y en saturación de oxígeno en sangre.

Su algoritmo fue diseñado para enviar una notificación al parente cuando detecte valores fuera del umbral normal por un tiempo de 15 segundos o más. Según la Academia Americana de Pediatras [19], estos valores de pulso deberían ser entre 100 ppm a 205 ppm en recién nacidos y 100 ppm a 180 ppm en bebés menores a un año. La saturación de oxígeno debe ser mayor a 90% en menores de un año como indica [20]. El dispositivo no se diseñó con botones para evitar que el infante a medida que crece llegue a distorsionar su uso al tocarlo, se enciende automáticamente al alejarse de la base de carga. Y su componente central se pensó para poder removérse de la correa/pulsera y facilitar la carga de este.

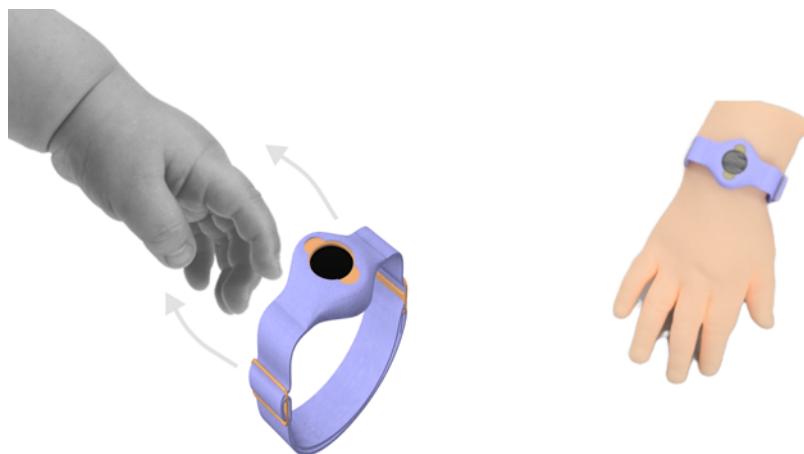


Fig. 1. Dispositivo colocado en el infante.

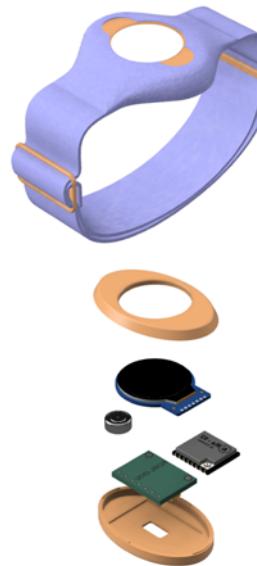


Fig. 2. Explosivo con los componentes internos de la pulsera del bebé.

Cámara

La cámara satisfizo la necesidad de los padres de saber qué estaban haciendo sus hijos, sin tener que ir hasta el cuarto o lugar donde estos se encuentran o duermen. Se incorporó una conexión inalámbrica a través de wifi para conectarse a la aplicación y su morfología le permite colocarse en superficies planas, así como variar el ángulo de rotación para apuntar hacia el lugar que el encargado desee.



Fig. 3. Vinculación de la cámara con el dispositivo móvil.



Fig. 4. Explosivo de las partes internas de la cámara.

Pulsera del parent/encargado

La pulsera para la madre y el parent se diseñó con el objetivo de alertarlos cuando el bebé esté sufriendo algún tipo de anomalía; esta recibe las notificaciones de manera inalámbrica (wifi) que le envía la aplicación luego de recibir una señal por parte de la pulsera del bebé sobre algún tipo de anomalía, la misma manifiesta las notificaciones en alertas visuales (luces) y sensitivas (vibración). El dispositivo en posesión de los padres emite una vibración pausada con una luz intermitente amarilla en el lado interno de la carcasa contenedora, cuando se requiere la atención de la madre y el parent a manera de aviso; pero, cuando ocurre una emergencia, se emite una vibración continua con una luz roja intermitente. Además, se incorporó un botón lateral que funciona para encender el dispositivo y apagar las alarmas recibidas. El dispositivo central que contiene los componentes electrónicos se puede remover de la pulsera, para facilitar la carga inalámbrica del mismo.

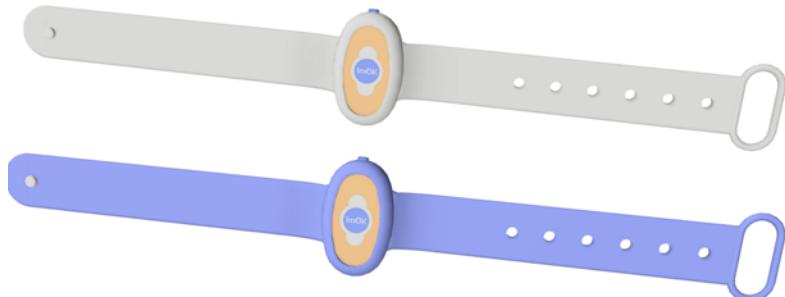


Fig. 5. Pulsera para padres o encargados en dos colores distintos.

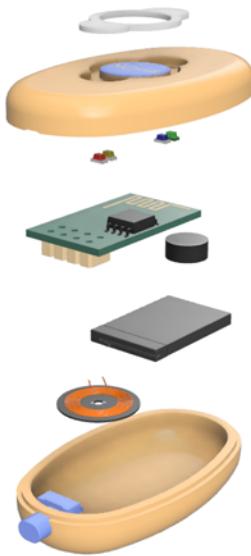


Fig. 6. Explosión de la carcasa del sistema de alerta en la pulsera del padre.



Fig. 7. Carcasa del sistema de alerta removible.

Aplicación móvil

La aplicación se creó para ser el puente de interconexión entre todo el ecosistema de dispositivos inteligentes descritos anteriormente; se puede descargar en los teléfonos móviles y permite enlazar los otros tres dispositivos, la visualización de lo que capta la cámara, así como ver los datos monitoreados en la pulsera del parent. Además, se incorporó el acceso a una base de datos que funciona a manera de historial, donde el encargado puede ver el comportamiento histórico de los patrones de vida detectados en el infante y así identificar comportamientos anormales.



Fig. 8. Interfaz de la aplicación móvil diseñada.

Discusión

El resultado del ecosistema de dispositivos inteligentes Im'Ok crea un conjunto de productos que garantizan a los padres la tranquilidad de saber que serán alertados a tiempo, si sus hijos experimentan un evento ALTE, a través de la precisión de las formas utilizadas para monitorear, ser intuitivo en su uso sin la complejidad de muchos botones o muchos pasos para lograr el funcionamiento y cubrir áreas que otros dispositivos actuales del mercado no cubren.

Seguidamente, se muestra una comparación de las características de funcionamiento de Im'Ok con algunos otros productos del mercado encontrados durante el análisis de referenciales hecho en el proyecto.

TABLA I

CARACTERÍSTICAS DE DIFERENTES DISPOSITIVOS DE MONITOREO EN EL MERCADO CON RESPECTO A IM'OK

Características	Dispositivos de monitoreo			
	Im'OK	Levana Oma Sense	Nanit Baby Monitor	Owlet Smart Sock
Dispositivo de vigilancia portátil	X	X		X
Medición de pulso y saturación de oxígeno	X	X		X
Permite monitorear visualmente al infante	X		X	X
Permite un dispositivo de alerta en caso de no contar con el celular.	X			
Aplicación móvil disponible	X		X	X
Diseño de pulsera para el infante y padre/madre	X			

Nota: Se comparan el cumplimiento de las características clave de Im'OK en otros dispositivos de monitoreo para bebés.

La tabla anterior permite observar cómo, en comparación con otros productos en el mercado, Im'Ok se enfoca no solo en ofrecerle al encargado el monitoreo de signos vitales, sino que se diferencia por su capacidad de dar tranquilidad al usuario a través del uso de otros medios, en caso de no tener el teléfono celular cerca para escuchar o percibir una notificación.

A través del análisis con otros referenciales, también se identifica que hay dispositivos que generan un reto al usuario para poder utilizarlos a pesar de ofrecer muchas funcionalidades. En el caso de Im'Ok, a pesar de tratarse de tres dispositivos funcionando juntos, los aspectos de cada uno no dejan de ser intuitivos (comprobado a través de las validaciones realizadas con usuarios), por lo que el padre puede configurarlos y coordinarlos sin complicaciones.

Dado que en otros productos los usuarios solo pueden monitorear los signos actuales, Im'Ok agrega un historial de datos monitoreados, que se guardan en un almacenamiento en la nube, lo que permite acceso constante del encargado a estos registros. También, en cuanto a aspectos de percepción y seguridad, se ha desarrollado en la pulsera del bebé un cierre/correa que permite al padre ajustarla, pero que no permite al niño quitársela fácilmente. Esto dado que otras pulseras que cumplen una misma función tienen cierres estándar que los niños, por su etapa de desarrollo, podrían quitarse fácilmente. Y todos los elementos están diseñados para que no se perciban invasivos, como se ven otros productos del mercado que dan la sensación de ser algún dispositivo de rehabilitación en el niño.

Im'Ok también tiene la oportunidad de seguir mejorando y ofreciendo mayor tranquilidad a los padres al expandir las áreas de monitoreo, no solo delimitándose a la saturación de oxígeno y pulso, sino también temperatura del niño, temperatura en el ambiente y sensor de posición del niño. Estas áreas pueden explorarse gracias a que su morfología portable y no invasiva permite esa escalabilidad. Por otra parte, también se puede mejorar el ecosistema para permitir la vigilancia de varios niños al mismo tiempo, dada su posibilidad de uso en guarderías y centros de cuidado de menores.

Además, se identifican necesidades futuras de investigación que podrían fortalecer aún más el desarrollo de este tipo de soluciones. Entre ellas, se encuentra la necesidad de estudiar cómo la integración de inteligencia artificial podría anticipar eventos de riesgo antes de que ocurran, analizando patrones en los datos recolectados. Además, sería relevante investigar el impacto emocional y psicológico del uso prolongado de dispositivos de monitoreo en padres y cuidadores, para asegurar que la solución contribuya realmente a la tranquilidad sin generar dependencia o ansiedad. También se recomienda explorar nuevas formas de interacción y visualización de datos recolectados para hacerlos aún más accesibles y comprensibles para diversos perfiles de usuario.

Conclusiones

El trabajo investigativo realizado y el desarrollo del ecosistema de dispositivos inteligentes *Im'Ok* proporcionó un mejor entendimiento no solo en cuanto a una comprensión de las necesidades de los padres o encargados de niños menores de un año, sino también en cómo se pueden integrar tecnologías para el mejor cuidado de los infantes que son vulnerables a eventos ALTE.

Los padres *millennials*, al estar tan familiarizados con el uso de la tecnología, buscan opciones que les permitan un cuidado de sus infantes de una manera integral y poco invasiva, de modo que la morfología de los objetos permita a los involucrados seguir el orden cotidiano de su vida ocupada, sin verse interrumpidos por una vigilancia exhaustiva a sus hijos realizada por ellos mismos.

El ecosistema *Im'Ok* se logra diferenciar de otras opciones en el mercado gracias a la integración de un dispositivo que no hace que el padre de familia o encargado sea dependiente de su celular para recibir una notificación. Además, se ha minimizado el uso de cables de muchos dispositivos a través de la carga inalámbrica y se ha creado un cierre para la pulsera del niño que prueba ser efectivo con respecto a las etapas de crecimiento de este.

Así mismo, se ha comprobado que el uso de las alertas visuales (luces) y sensitivas (vibración) emitidas por el dispositivo logran de una manera intuitiva (sin uso de íconos digitales o texto) comunicar y diferenciar los mensajes de un aviso que requiere atención y de una emergencia.

Como referencia ilustrativa al ecosistema *Im'OK*, se adjunta el siguiente enlace al video de creación propia: https://youtu.be/5O9-OdyiI5E?si=F_HghbydK0kkxNu4

Referencias

- [1] P. Brockmann, X. González, P. Bertrand, I. Sánchez, y N. Holmgren, “Perfil clínico de lactantes hospitalizados por un episodio de ALTE (Apparent Life Threatening Event)”, *Rev. Chil. Pediatr.*, vol. 77, no. 3, pp. 267–273, jun., 2006. Consultado: 13 nov. 2024. doi:10.4067/S0370-41062006000300006. [En línea]. Disponible: <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062006000300006>.
- [2] A. Kahn y M.Rocca, “¿Qué es un evento de aparente amenaza a la vida (ALTE)?”, *Pregunte Expertos*, vol. 99, n.º 1, p. 77-79, 2001. Consultado: 13 nov. 2024. [En línea]. Disponible: https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2001/01_77_79.pdf
- [3] A. Pina, E. Toro, E. Cázares, J. Ramírez, M. Cázares, R. Cervantes, F. Zárate, E. Montijo, J. Cadena, y M. López, “Eventos que aparentan amenazar la vida (ALTE): abordaje diagnóstico”, *Acta Pediatr. Mex.*, vol. 35, no. 5, pp. 338–350, may., 2014. Consultado: 13 nov. 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.scielo.org.mx/pdf/apm/v35n4/v35n4a10.pdf>

- [4] D. Hevia, L. Perea, E. Povea, R. Broche, L. Ortega y C. Perea, "Caracterización actualizada del síndrome de ALTE", *Rev. Chil. Pediatr.*, vol. 85, n.º 4, pp. 517–522, 2013. Consultado: 13 nov. 2024. [En línea]. Disponible: <http://scielo.sld.cu/pdf/ped/v85n4/ped11413.pdf>
- [5] M. Díaz, "Episodio aparentemente letal y muerte súbita", *PEDIATR. INTEGRAL*, vol. 1, n.º 1, pp. 37–45, 2019. Consultado: 13 nov. 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2019-01/episodio-aparentemente-lethal-y-muerte-subita/>
- [6] Organización Mundial de la Salud (OMS), "Nacimiento prematuros", OMS, <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth> (Consultado el 13 noviembre, 2024).
- [7] D. Zenteno, G. Quiroz, M. Celis y J. Tapia, "Causas atribuidas a eventos de aparente amenaza a la vida del lactante", *Rev. Chil. Pediatr.*, vol. 79, n.º 2, pp. 163–171, 2008. Consultado: 13 nov. 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.scielo.cl/pdf/rcp/v79n2/art06.pdf>
- [8] "Autoridades de Salud hace un llamado a la población por aumento de consultas respiratorias en pediatría", Ministerio de Salud de Costa Rica, <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/prensa/61-noticias-2024/1870-autoridades-de-salud-hace-un-llamado-a-la-poblacion-por-aumento-de-consultas-respiratorias-en-pediatria> (Consultado el 13 noviembre, 2024).
- [9] "Obstructive Sleep Apnea", Stanford Medicine Children's Health, <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=obstructive-sleep-apnea-90-P05133> (Consultado el 13 noviembre, 2024).
- [10] "LOS MILLENIALS Y LA PATERNIDAD", Ignis Media Agency, <https://www.anunciantes.org.ar/archivos/informes/Ignis-MillennialsPaternidad.pdf> (Consultado el 13 noviembre, 2024).
- [11] M. Sánchez García, "Somnolencia y fatiga materna en los primeros años de crianza y ejecución en la conducción evaluada en simulador", Dialnet, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=157057> (Consultado el 13 noviembre, 2024).
- [12] L. Araya, "Lección 4: Proceso Proyectual de la Escuela de Diseño Industrial", 18 mar. 2019. [Presentación PDF]. Disponible: <https://prezi.com/qhmsotuzmmda/leccion-4-proceso-proyectual-de-la-escuela-de-diseno-industrial/> [Consultado el 13 noviembre, 2024]
- [13] F. Alòs y A. Puig, "Uso de wearables y aplicaciones móviles (mHealth) para cambiar los estilos de vida desde la práctica clínica en atención primaria: una revisión narrativa", *Aten. Prim. Práct.*, vol. 3, supl. 1, p. 100122, dic., 2021. Consultado: 13 nov. 2024. doi:10.1016/j.appr.2021.100122. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.appr.2021.100122>.
- [14] "WHO child growth standards: growth velocity based on weight, length and head circumference: methods and development". World Health Organization (WHO), <https://www.who.int/publications/i/item/9789241547635>. (Consultado el 13 noviembre, 2024).

- [15] M. Alonso, “Objetivos generales y específicos: Qué son y cómo redactarlos [Plantilla gratis]”, Asana, <https://asana.com/es/resources/general-and-specific-objectives>. (Consultado el 13 noviembre, 2024).
- [16] L. Araya, “Lección 14: Datum y Objetivos ponderados”, 20 jul. 2016. [Presentación PDF]. Disponible: <https://prezi.com/h8bhuyujrou2/leccion-14-datum-y-objetivos-ponderados/> [Consultado el 13 noviembre, 2024]
- [17] “China, buen precio, TPE se utiliza para fabricar productos para bebés, fabricantes, proveedores, fábrica”, Chinadawngroup, <https://es.chinadawngroup.com/tpe/tpe-is-used-to-manufacture-baby-products.html> (Consultado el 13 noviembre, 2024).
- [18] “Métodos de observación: Características y tipos”, QuestionPro, <https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-observacion/> (Consultado el 13 noviembre, 2024).
- [19] O. Kilinc, “Latidos cardíacos rápidos, lentos e irregulares (arritmia)”. HealthyChildren, <https://www.healthychildren.org/Spanish/health-issues/conditions/heart/Paginas/Irrregular-Heartbeat-Arrhythmia.aspx>. (Consultado el 13 noviembre, 2024).
- [20] Y. Castro y F. González-Andrade, “Medición de la saturación de oxígeno durante la recepción neonatal, con el fin de establecer parámetros estándar de saturación en el Hospital Gineco Obstétrico Luz Elena Arismendi (2018: Quito)”, Rev. Ecuat. Pediatr., vol. 20, no. 1, pp. 16–20, ene. 2019. Consultado: 13 nov. 2024. [En línea]. Disponible: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/08/1010310/revista-pediatrica-vfinal-18-22.pdf#:~:text=La%20saturaci%C3%B3n%20de%20ox%C3%ADgeno%20en,el%2030%20%%20durante%20el%20parto>.