



# Diseño de un dispositivo de asistencia personalizada en hábitos alimenticios, médicos y deportivos de personas diagnosticadas con diabetes tipo 2

*Design of a personalized assistance device for dietary, medical, and fitness habits in type 2 Diabetes*

Nathaly Calvo Godínez<sup>1</sup>, Valeria Esquivel-Jiménez<sup>2</sup>, María Alexandra Rodríguez Salas<sup>3</sup>

N. Calvo Godínez, V. Esquivel-Jiménez, M. A. Rodríguez Salas "Diseño de un dispositivo de asistencia personalizada en hábitos alimenticios, médicos y deportivos de personas diagnosticadas con diabetes tipo 2," *IDI+*, vol. 8, no. 1, pp. 53-71, jul., 2025.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v8i1.8115>

Fecha de recepción: 13 de noviembre de 2024  
Fecha de aprobación: 19 de mayo de 2025

1. Nathaly Calvo Godínez  
Estudiante de Ingeniería en  
Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
nacalvo@estudiantec.cr  
 00009-0001-0781-3907

2. Valeria Esquivel-Jiménez  
Estudiante de Ingeniería en  
Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
valeria.esquivel@estudiantec.cr  
 0000-0002-3729-7317

3. María Alexandra Rodríguez Salas  
Estudiante de Ingeniería en  
Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
alexandarodriguez@estudiantec.cr  
 0009-0009-9247-8442

## Resumen

La diabetes *mellitus* tipo 2 es una enfermedad crónica que afecta a, aproximadamente, 515 860 adultos costarricenses entre los 18 y 20 años. Este padecimiento se puede desarrollar debido a diversos factores de riesgo, siendo los principales una alimentación desbalanceada y falta de actividad física. Con esta problemática en cuenta, se implementaron las cinco etapas de la metodología de la Escuela de Diseño Industrial: explorar, comprender, crear, experimentar y concretar. Además, se aplicaron dos pruebas de usuarios, donde debían realizar diferentes tareas para probar la interacción con el *gadget*. El resultado de la investigación fue Alba, un dispositivo inteligente destinado a usuarios diabéticos, con el objetivo de generar hábitos que conduzcan a un mejor estilo de vida y así reducir el impacto de la diabetes en su rutina diaria. Esto se logró a través de la implementación de cuatro funciones inteligentes: alarmas para el consumo de tratamientos médicos; recordatorios de citas médicas próximas; recomendaciones de recetas adaptadas a la dieta diabética y sustitutos a la dieta tradicional costarricense, así como alarmas para realizar actividad física. Las pruebas realizadas arrojaron resultados mayormente positivos, siendo el único inconveniente la posición del botón de encendido/apagado en el costado del asistente. Alba logró cumplir con diversos retos al afrontar la condición de diabetes, como la integración de acompañamiento y seguimiento alimenticio, medicinal y de salud en un solo dispositivo, dándole a los usuarios una atención personalizada y más completa que otras alternativas en el mercado.

## Palabras clave

Diabetes; acompañamiento; hábitos saludables; dispositivo inteligente.

## Abstract

Type 2 diabetes mellitus is a chronic disease affecting approximately 515,860 Costa Rican adults between the ages of 18 and 64. This condition can develop due to various risk factors, with the primary ones being an unbalanced diet and lack of physical activity. Taking this issue into account, the five stages of the methodology from the School of Industrial Design were applied: Explore, Understand, Create, Experiment, and Concretize. As part of the process, two user tests were conducted in which participants performed specific tasks to evaluate their interaction with the gadget. The result of this research was Alba, a smart device designed for diabetic users to promote healthy habits, improve their lifestyle, and reduce the impact of diabetes on their daily routines. This was achieved through the implementation of four main functions: medication consumption alarms, reminders for medical appointments, recommendations for diabetic-friendly recipes and substitutes for traditional Costa Rican cuisine, and alarms for physical activity. The tests showed mostly positive results, with the only drawback being the location of the on/off button on the side of the device. Alba successfully integrates dietary,

medical, and physical tracking into a single device, providing users with more comprehensive and personalized support compared to other market alternatives.

## Keywords

Diabetes; support; healthy habits; smart devices.

## Introducción

La diabetes *mellitus* es una enfermedad crónica que se caracteriza por presentar niveles elevados de azúcar en la sangre, debido a problemas en la producción o uso de la insulina; esta última conocida como la hormona que regula la glucosa [1]. Existen varios tipos de diabetes como la diabetes *mellitus* tipo 1 (DM1), diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) y la diabetes *mellitus* gestacional (DMG). Sin embargo, la DM2 es la más común y la de mayor relevancia en términos de salud pública [2] [3], dado que, en Costa Rica, dicho padecimiento afecta a una parte significativa de la población.

El usuario que padece de DM2 representa el foco principal de intervención en este proyecto, dado que, en 2023, su prevalencia se estimó en un 14,8%, lo que equivale a aproximadamente 515 860 adultos diabéticos entre los 18 y 64 años [4] [2]. La diabetes representa un problema serio, vinculado principalmente a estilos de vida poco saludables. En particular, la DM2 se asocia con hábitos que muchas personas adoptan sin ser plenamente conscientes.

A pesar de que la DM1 es conocida como la más crónica, la DM2 es la que más afecta a la población costarricense, conformando un total del 90% de los casos diagnosticados de DM [5]; ya que esta no depende únicamente del historial médico, sino que, según mencionan diversos autores [3] [2] [5], se puede asociar directamente con factores como el estilo de vida y hábitos que practica un sujeto, donde una alimentación desbalanceada e inactividad física son los principales desencadenantes.

Los pacientes que padecen de DM2 representan un campo de exploración y oportunidades para mejoramiento de la salud costarricense; ya que se estima que cerca del 31,2% de los adultos no han sido diagnosticados con diabetes o desconocen su condición. Esto significa que hay alrededor de 354 912 adultos diagnosticados y aproximadamente 160 948 que aún no lo están [6]. Aunado a esto, estudios como el realizado por Chen-Ku y Chen-Sandi evidencian la necesidad urgente que tiene la Caja Costarricense del Seguro Social de desarrollar terapias complementarias a los tratamientos médicos tradicionales para el control de la diabetes, los cuales están limitados por la cantidad de medicamentos disponibles, un sistema de espera ineficiente y un acceso insuficiente a servicios de apoyo como asesoramiento nutricional y de ejercicio [2].

La DM2 afecta la salud de quienes la padecen y su capacidad para mantener un estilo de vida saludable. Por lo que es importante desarrollar soluciones tecnológicas que faciliten la integración de hábitos saludables de forma efectiva en las rutinas diarias. Dado que prevalece el riesgo de desarrollar padecimientos y consecuencias graves, como la amputación de extremidades, ceguera (retinopatía diabética), riesgo de infarto al miocardio, mayor riesgo de accidentes cerebrovasculares e insuficiencia renal [1] [5], afectando así la vida cotidiana de los usuarios e inclusive la muerte.

Tomando en cuenta factores como los hábitos alimenticios, el control médico y la actividad física, se observa que, aunque en el mercado actual existen aplicaciones móviles y dispositivos inteligentes con características avanzadas que mejoran la experiencia del usuario [7], como relojes inteligentes, básculas inteligentes, herramientas de medición culinaria y aplicaciones de seguimiento, estos productos suelen estar diseñados para propósitos más generales y no ofrecen una integración completa para la gestión específica de la diabetes. Los relojes inteligentes ofrecen seguimiento de actividad física y, en algunos casos, permiten configurar recordatorios para medicamentos, pero no cuentan con funciones específicas para la nutrición, como el control de medición de porciones a ingerir ni recomendaciones enfocadas en las necesidades de una persona con DM2; de hecho, según la Administración Federal de Alimentos y Medicamentos (FDA), pueden producir mediciones de azúcar en la sangre que son inexactas [8].

Por otro lado, las básculas inteligentes sí permiten llevar un registro detallado del consumo alimenticio al pesar los alimentos; sin embargo, no se encuentran vinculadas a la gestión médica ni deportiva. A lo anterior se le suman las herramientas de medición culinaria como tazas y platos dispuestos para medir porciones alimenticias, no obstante, estos son elaborados para usarlos con alimentos específicos, lo que limita su utilidad. Por último, existen aplicaciones de monitoreo y control de la diabetes, que permiten a los usuarios registrar sus niveles de glucosa, registrar alimentos y establecer recordatorios, pero requieren que los datos se ingresen manualmente.

Por lo tanto, este proyecto propone la creación de un sistema integral que incluye un dispositivo de asistencia personalizada y una aplicación móvil, la cual ofrece herramientas que promueven los buenos hábitos alimenticios, médicos y deportivos; con el fin de colaborar significativamente en la gestión de la diabetes y reducir el riesgo de complicaciones graves, ayudando a los pacientes a llevar una vida equilibrada y saludable.

## **Metodología**

Para el desarrollo de este dispositivo inteligente, se siguieron cinco etapas, como se muestra en la Fig.1, de la metodología empleada por la Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica [9].



Fig. 1. Etapas del método empleado por la Escuela de Ingeniería de Diseño Industrial.

## 1. Explorar

A partir de la búsqueda bibliográfica realizada durante esta primera etapa, se logró identificar la problemática y los usuarios para los cuales se diseñó el dispositivo inteligente, por lo que se aplicaron técnicas como cuestionarios, entrevistas y árbol de problemas. Este último ayudó a desarrollar ideas creativas para identificar las posibles causas del conflicto [10], de modo que se identificaron oportunidades y se entendieron las necesidades de la problemática asociada al usuario.

Para definir los tipos de usuarios, se basó la investigación en datos estadísticos tomados de bases como la Federación Internacional de la Diabetes (IDF) [6] y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) [4]. En primer lugar, se determinó que la diabetes tipo 2 tiende a afectar a los adultos a partir de los 30 años [5] [6], donde aquellos en el rango de 40 a 70 años abarcan el mayor porcentaje de diagnosticados, con aproximadamente un 63,4% del total de adultos con diabetes [6]. Por lo tanto, se definió el rango de edad del usuario como personas diagnosticadas con DM2 entre las edades de 20 y 70 años, además, se definieron sus distintas historias de usuarios como se muestra en la Fig. 2.

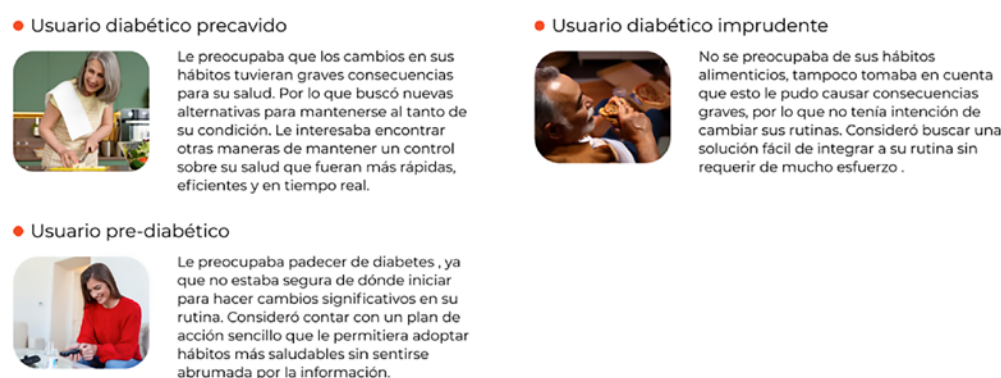


Fig. 2. Historias de usuarios definidos.

Se tomó en cuenta que dichos usuarios carecían de información sobre cómo mantener un estilo de vida balanceado o adaptado a su condición diabética, por lo que estos mismos realizaban búsquedas de datos para preparación de comidas prácticas, actividades físicas poco demandantes y control médico; pero esto no ocurre en todos los casos, lo que lleva al riesgo de complicaciones graves, lo cual se puede visualizar de forma resumida en la Fig.3.



Fig. 3. Árbol de problemas.

## 2. Comprender

En esta segunda etapa, se realizó un análisis de lo existente a partir de una tabla comparativa y se logró determinar la existencia de productos enfocados en las áreas médicas, alimenticias y deportivas. Al analizar de forma individual cada categoría, los productos de alimentación cuentan con funciones específicas de medición de forma analógica o digital y recomendación de recetas. Los productos médicos comúnmente cuentan con estadísticas de seguimiento y análisis de glucosa mediante métodos invasivos; y los productos de ejercicio se centran en el seguimiento de rutinas, además, cumplen distintas funciones físicas para la práctica de actividades deportivas.

Sumado a lo anterior, se aplicaron encuestas a un total de 10 personas que presentaban un diagnóstico diabético, donde se aplicó la escala de Likert [11] en cuatro preguntas de selección única para determinar el nivel de importancia de las necesidades que surgen a partir de las áreas destacadas en los productos ya existentes.

## 3. Crear

En esta tercera etapa, a partir de las entrevistas aplicadas a los usuarios, se determinó que el objeto inteligente a desarrollar debía contar con los siguientes requerimientos según el nivel de importancia y características formales:

TABLA I  
CUADRO DE REQUERIMIENTOS

Nivel de importancia	Requerimiento
Muy importante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debía facilitar el seguimiento de una dieta balanceada y el acceso a apoyo nutricional, de modo que se mantuviera un control sobre los niveles de glucosa en la sangre a partir de los alimentos consumidos.</li> <li>- Tenía que informar sobre los cuidados que se debían tener para mejorar el estilo de vida de las personas usuarias, es decir, que brindaría información al usuario sobre factores de mejora en aspectos de consumo de medicamentos y alimentos, así como realización de actividad física.</li> </ul>
Neutral	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debía organizar necesidades médicas dentro de su rutina, principalmente citas pendientes y medicamentos ingeridos o por ingerir.</li> </ul>
Poco importante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requería de la creación de rutinas de ejercicio, que se adaptaran a las necesidades y características de las personas usuarias, según edad y condición de tipo de diabetes.</li> </ul>
Tipo	Características del producto
Entorno	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se desarrolló para adecuarse en espacios del hogar, donde se busca el mejoramiento de la vida cotidiana y nutrición de personas diabéticas o propensas a este padecimiento.</li> </ul>
Forma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El producto poseía elementos con redondeo y uso de figuras geométricas, además, no debía abarcar un espacio a lo largo que supere los 30 cm, considerando las básculas que se encontraron en el mercado.</li> </ul>
Ejes semánticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplía con ser moderno, simple y versátil, es decir, que tomó en cuenta que este no sobresaliera en diversos sectores del hogar como la cocina o sala de estar.</li> </ul>

Nota: La tabla muestra las características y requerimientos necesarios para desarrollar el producto.

A partir de lo anterior, se desarrolló una lluvia de ideas, con bocetos, donde, además, se tomó en cuenta que se debía desarrollar un dispositivo inteligente que funcionara en conjunto con una aplicación móvil, para lo cual se aplicaron objetivos ponderados, a fin de determinar la alternativa más adecuada para la solución del problema.

#### 4. Experimentar

En esta etapa, se hicieron dos pruebas de usuario, donde se analizó la interacción usuario-objeto a partir de la observación de tareas propuestas y se contó con herramientas como el modelo perceptual, modelo funcional y la interfaz de la aplicación móvil; con lo que se verificó su funcionamiento en conjunto, con un total de nueve usuarios en ambas pruebas, quienes cumplieron con el rango de edades entre los 20 y 70 años. Además, se verificó que la interacción de los modelos fuera lo suficientemente intuitiva.

El usuario desarrolló las siguientes tareas para la primera prueba de usuario:

Tareas para modelo perceptual

1. Conectó el modelo haciendo uso del cable de alimentación.
2. Encendió el modelo con el botón de apagado/ encendido.
3. Apagó una alarma de medicamento con el botón de confirmación.
4. Navegó en los pasos de la receta con los botones de flechas.

5. Indicó cuál sería la zona para pesar productos alimenticios.

#### Tareas para aplicación

1. Navegó por el menú de tres opciones (recetas, medicamentos y ejercicio).
2. Ubicó la sección donde se pueden registrar alarmas de medicamentos.
3. Ingresó datos de las alarmas necesarias.
4. Seleccionó la receta deseada.
5. Envío la receta al dispositivo inteligente donde siguió su paso a paso.

Luego de la primera prueba, se aplicaron las modificaciones respectivas, como lo fueron el cambio de ubicación de los botones de encendido/apagado, separación del modelo perceptual en dos partes y el cambio de morfología de estas últimas. Cabe mencionar que, para esta segunda etapa, la aplicación móvil sufrió cambios técnicos mínimos, por lo que no fue necesaria su comprobación. Por lo tanto, el usuario desarrolló las siguientes tareas para la segunda prueba de usuario:

#### Tareas para modelo perceptual

1. Ensambló las partes del modelo (acompañante y báscula).
2. Encendió la báscula, usando el botón de encendido.
3. Indicó cuál sería la zona para pesar productos alimenticios.
4. Sostuvo el acompañante.
5. Ubicó los botones de confirmación y encendido/apagado del acompañante.

#### Tareas para modelo funcional

1. Confirmó una alarma de medicamento.
2. Inició una receta y siguió sus pasos.
3. Confirmó una alarma para hacer ejercicio.
4. Introdujo un valor en el temporizador.

Con lo anterior se aplicaron los cambios necesarios y mínimos al modelo perceptual, según los resultados, como lo fue el cambio de ubicación de botón de encendido/apagado de la báscula y, con respecto al modelo funcional, se modificó el color de los botones utilizados, además, se añadieron funciones de confirmación para todas las funcionalidades.

## 5. Concretar

Se desarrolló un prototipo funcional, el cual cumplió con el propósito de abarcar las áreas alimenticias, médicas y deportivas. Además, se especificaron los planos técnicos del



dispositivo, con sus respectivas uniones y tipos de ensamblajes estandarizados. Por otra parte, para el prototipo de aplicación móvil, se aplicó una interfaz amigable y conveniente para el usuario, que permitió conectarse con facilidad y mantuvo el control sobre el dispositivo. Y, por último, para el prototipo digital, se hizo uso de un microcontrolador ESP32, lo que disminuyó la necesidad de integrar módulos extra, ya que incorporaba wifi y Bluetooth, además, se consideró adecuado por su mayor capacidad.

Otros componentes utilizados fueron Display LED, con el que se visualizó la información del dispositivo y una celda de carga con la que se calcularon porciones alimenticias. El módulo amplificador permitió enviar datos generados por celda de carga, una tira led con la cual se verificó el peso correcto de las porciones, Buzzer con el que se generaron sonidos de alarmas y, por último, pulsadores de acción momentáneos con los que se confirma y navega dentro del dispositivo.

## Resultados

Las herramientas aplicadas durante la etapa de comprensión de los usuarios demostraron que sí existe una inconsistencia en el cumplimiento de sus hábitos saludables. Como resultado, se identificaron tres principales hábitos que suelen ser problemáticos para los adultos diabéticos; los cuales, además, son cruciales para poder alcanzar un estilo de vida saludable [3] [2] [5]. Estos se pueden apreciar en los resultados de la escala de Likert en la Fig. 4:

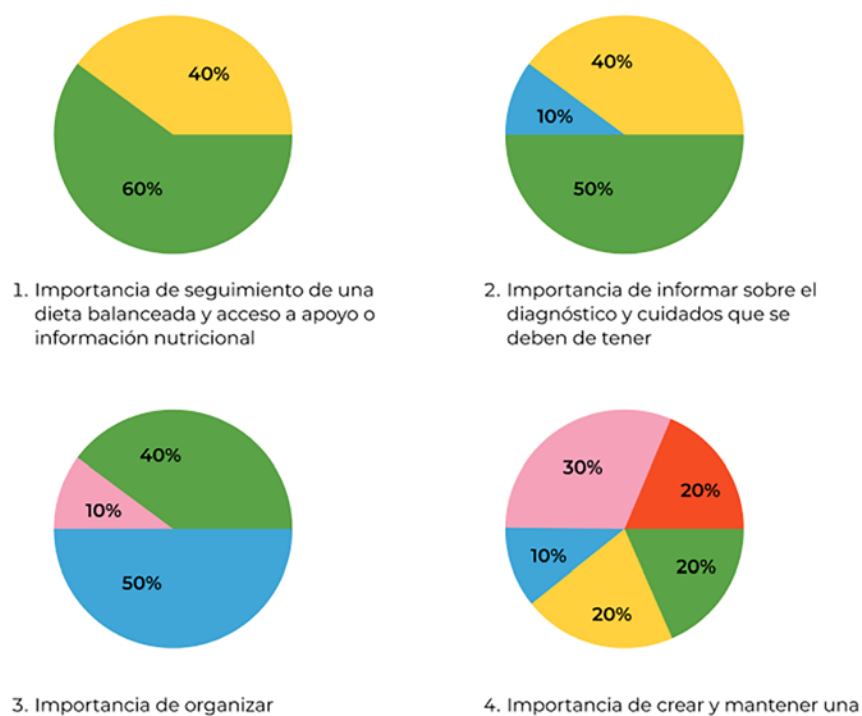


Fig. 4. Importancia de necesidades.

El hábito más importante para los usuarios diabéticos fue el seguimiento de una dieta balanceada, el cual está asociado a las recomendaciones que brinda el sistema de salud pública respecto a los cuidados de la diabetes [2]; las cuales suelen seguir un patrón altamente restrictivo y frustrante para los usuarios.

Así mismo, se denotó de gran valor al poder organizar su diagnóstico o necesidades médicas en una rutina diaria, de manera integral, por lo que es un aspecto que se tomó en cuenta en el diseño. El último hábito, relacionado a la actividad física, no fue considerado tan importante, lo cual evidenció la necesidad de cubrir esta área de la salud para iniciar a fomentar este nuevo hábito saludable en los usuarios.

Como resultado de la investigación, Alba fue diseñada para asistir a las personas diabéticas o prediabéticas en el manejo de su condición médica. Inspirada en el concepto de “equilibrio diario para el bienestar”, el propósito de Alba fue ayudar a los usuarios a generar hábitos saludables que complementaran sus tratamientos y que condujeran a un estilo de vida más saludable, minimizando el impacto de la diabetes en sus actividades cotidianas. Un resumen del funcionamiento de Alba se muestra en la Fig. 5:

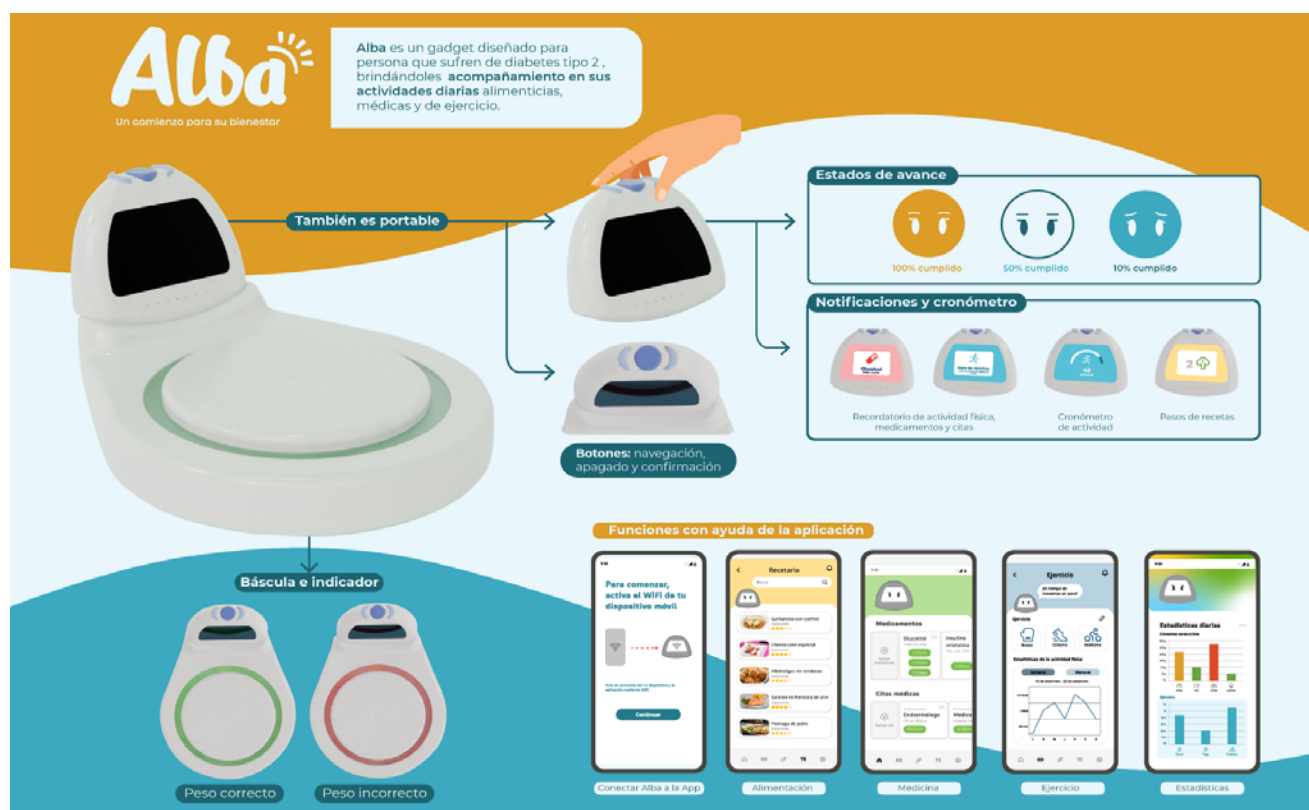


Fig. 5. Lámina explicativa del gadget Alba: Acompañamiento diario

Alba cubrió las tres ramas de hábitos saludables de la siguiente manera:

- *Actividad física:* permitió la programación de actividades predefinidas para realizar en periodos establecidos.
- *Alimentación:* otorgó una selección de recetas que cumplieran con las restricciones de nutrición comunes y ofreció sustitutos a los alimentos costarricenses convencionales.
- *Tratamiento y citas médicas:* ofreció un seguimiento del tratamiento médico con alarmas y medicamentos personalizados, así como las citas de control.

### Arquitectura del producto:

Alba se conformó de tres partes:

- *El asistente:* un pequeño dispositivo portátil donde sucedió la mayor parte de las interacciones usuario-objeto, mediante tres botones/pulsadores de acción momentánea (navegación izquierda, navegación derecha y confirmación) y una pantalla LED que muestra la información. Este dispositivo contó con un parlante de imán de neodimio, que emitía un sonido de alarma, un microcontrolador ESP32 que controlaba todo el dispositivo y una batería recargable. Además, el asistente se convirtió en una parte desprendible, al descubrir que algunas de sus funciones realmente no dependían de su uso conectado a la báscula, sino que sería de mucho más valor que el usuario fuera capaz de trasladarlo consigo, como para hacer ejercicio o recibir los recordatorios de medicación.
- *La báscula:* contó con una superficie plana diseñada para colocar platos y otros contenedores de comida, lo que permitió pesar su contenido con precisión al hacer uso de una celda de carga de hasta 5 kg. Este componente fue pensado para usarse en conjunto con las recetas recomendadas por la aplicación, lo que proporcionó al usuario un sistema de retroalimentación lumínica, mediante una tira LED, que indicaba cuando se había alcanzado el peso correcto. Además, la báscula actuó como una estación de carga para el asistente, donde ambos se conectan entre sí haciendo uso de una unión imantada.
- *La aplicación:* es parte crucial del diseño; ya que actuó como una base de datos y control sobre Alba. La aplicación permitió introducir todos los datos necesarios para programar la ingesta de medicamentos, control de citas, rutina de actividad física y la selección de recetas para enviar al asistente. Por otra parte, mostró las estadísticas diarias o semanales del cumplimiento de las metas ingresadas en alguno de los apartados mencionados, para así poder mostrarle al usuario un avance sobre sus hábitos. Algunas de sus pantallas se observan en la Fig. 6:



Fig. 6. Partes de la aplicación móvil Alba

Un mayor detalle de los componentes y piezas de cada una de sus partes se muestra en la Fig. 7.

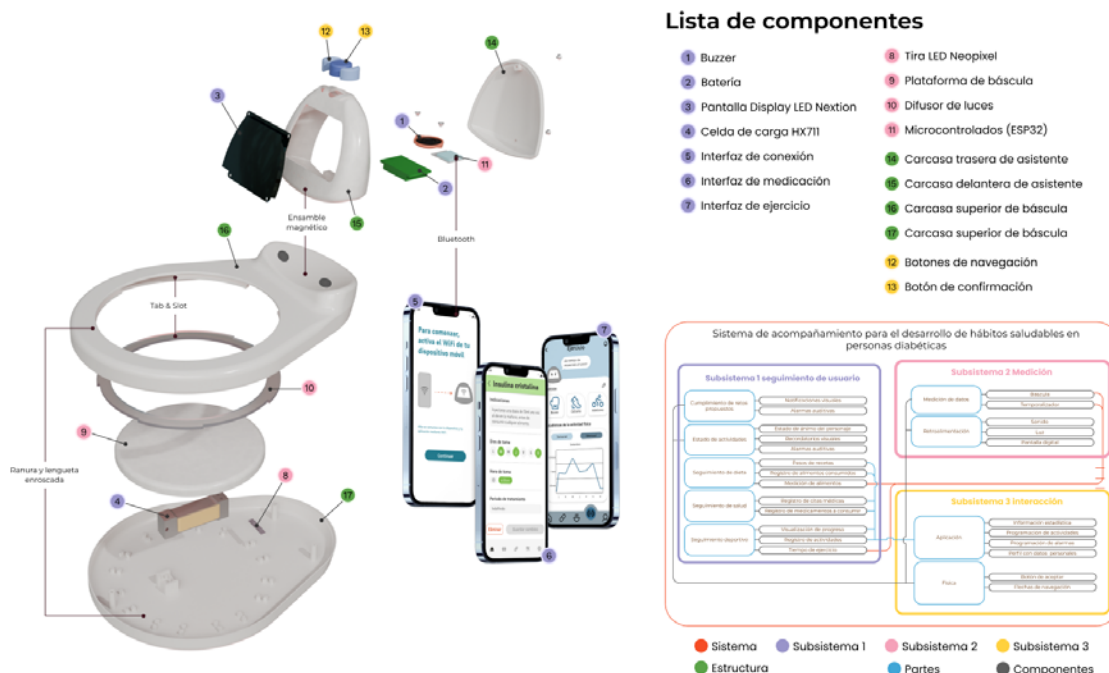


Fig. 7. Arquitectura, sistemas y componentes del producto

## Lenguaje visual:

El *gadget* utilizó una simbología de navegación en sus pulsadores, lo que facilitó el reconocimiento táctil de cada uno de ellos. Referenciando la tesis de Guetaff, basada en la retroalimentación táctil [12], se ha demostrado que las interacciones empleando texturas son fáciles de identificar para los usuarios y ayudan en la navegación de interfaces físicas, inclusive al realizar más de una tarea al mismo tiempo. Es así como la simbología aplicada actuó como textura sobre sus botones y se le brindó la opción al usuario de navegar las pantallas de Alba sin tener que revisar constantemente qué se estaba presionando.

Por otra parte, las pruebas de usabilidad revelaron que los usuarios asociaban el botón central con un botón que funcionaba tanto para el encendido del dispositivo como para interacción, por lo que se decidió aprovechar este resultado y darle una multifuncionalidad esencial a este. A continuación, se detalla un acercamiento a los tres botones del asistente en la Fig. 8:

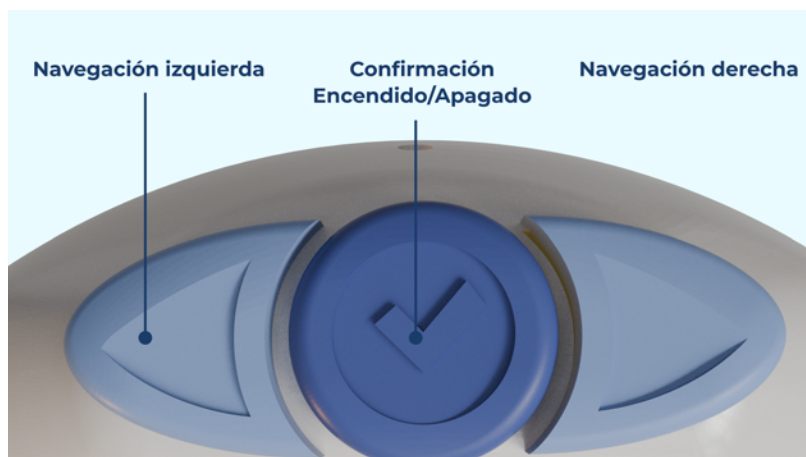


Fig. 8. Simbología de la interfaz de pulsadores

El uso del color fue esencial en la interfaz digital de Alba. El rojo simbolizó ingesta de medicamentos, azul significó actividades físicas y una pequeña notificación de acento verde correspondió a una cita médica. Sus diferencias se aprecian en la Fig. 9.



Fig. 9. Pantallas mostrando diversos avisos.

El sistema de retroalimentación lumínica de la báscula se aprecia en la Fig.10 y este utilizó los colores verde, amarillo y rojo para indicar cuando el peso colocado sobre la superficie era el indicado en la receta.

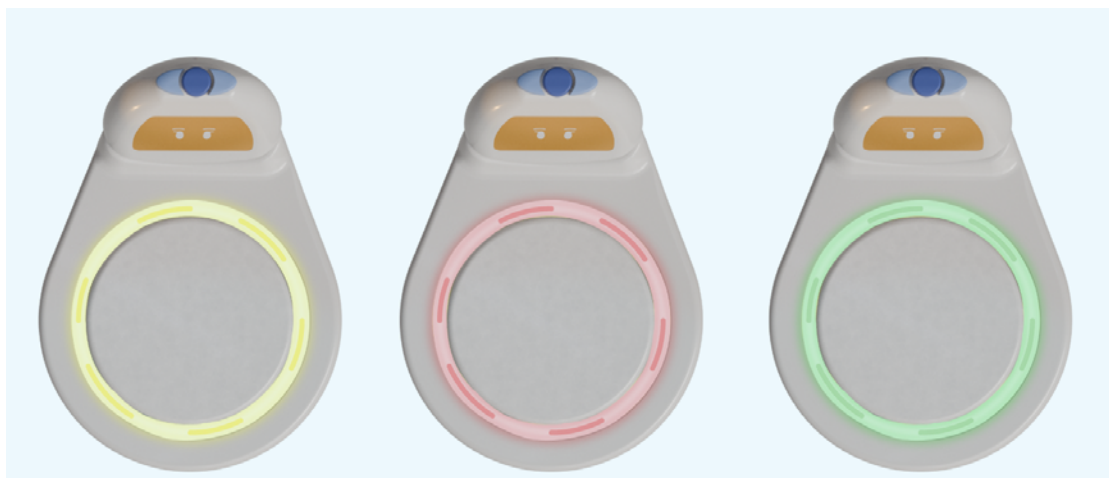


Fig. 10. Sistema de retroalimentación lumínica

Alba contó con tres funciones principales: generar buenos hábitos alimenticios, generar consistencia en el cumplimiento de su tratamiento médico y promover la adopción de rutinas de ejercicio adaptadas a las capacidades individuales. Estas funciones se lograron mediante las siguientes funciones inteligentes:

### Funciones inteligentes

El *gadget* permitió mantener un seguimiento activo de la dieta del usuario utilizando la báscula y las recetas recomendadas. Cuando el usuario seleccionó una receta, inmediatamente se registraron aquellos alimentos de alto riesgo para las personas diabéticas [13], se debió pesar para confirmar una correcta ingesta y la cantidad consumida se almacenó en una base de datos a la que se accedió por medio de la aplicación móvil, donde se graficó el total de alimentos consumidos diariamente.

Por otra parte, el *gadget* contó con un sistema de alarmas destinadas a recordar la ingesta de medicamentos o asistencia a citas médicas, para asistir al usuario en el cumplimiento de su medicación. Las alarmas para la ingesta de medicamentos se introdujeron una única vez en la aplicación, luego Alba se encargó de reproducir la alarma en el día y hora establecidos, especificando, además, cuál medicamento correspondía consumir y su dosis. Con las citas médicas sucedió algo similar, se ingresaron una única vez y exactamente 24 horas antes de la cita, Alba colocó un recordatorio con información importante en pantalla, el cual el usuario debía ver cada vez que necesitara volver a utilizar el *gadget*.

Así mismo, el *gadget* facilitó la planificación de actividades físicas preestablecidas,

recordándole al usuario realizar dichas actividades en los horarios programados. Además, permitió registrar la duración deseada para cada sesión de ejercicio, almacenando estos datos para, posteriormente, generar gráficos en la aplicación asociados al progreso y cumplimiento de los objetivos.

Se debe mencionar también un sistema de retroalimentación sobre la cantidad de tareas cumplidas, basado en el almacenamiento de datos sobre los alimentos consumidos, medicamentos aplicados y actividad física realizada. Este funcionó mediante el uso de expresiones, generando una respuesta emocional con el usuario, al mostrarse en la pantalla LED una expresión triste, neutral o feliz de acuerdo con la cantidad de tareas cumplidas. Si el usuario no confirmaba alguna de las alarmas, previamente introducidas en la aplicación, se tomaba como que no realizó esta acción y las tareas ignoradas acumuladas provocaron que la expresión cambie, cada vez con una expresión más negativa que la anterior.

## Funciones prácticas

La báscula permitió la medición precisa de la cantidad de alimentos a consumir para llevar un control sobre aquellos alimentos de alto riesgo. Esta se activó únicamente cuando el usuario deseaba realizar una receta y poseía un sistema de retroalimentación lumínica para indicar cuando se obtenía el peso requerido por la preparación.

Por otra parte, el asistente contaba con una pantalla LED, la cual fue la encargada de mostrar toda alarma o recordatorio. Además, mostró las interacciones realizadas con Alba.

## Validación de la interfaz

Al aplicar las tareas propuestas para validar la interacción usuario-objeto en la fase “experimentar”, se obtuvieron resultados positivos con respecto al funcionamiento y usabilidad de la báscula. Las tareas asociadas al modelo perceptual se cumplieron con éxito, de acuerdo con la aplicación de la escala de Likert, donde 5 de 6 participantes obtuvieron un resultado positivo. Los usuarios fueron capaces de identificar el funcionamiento de la báscula (para pesar cantidades de comida), las funciones de los tres botones de interacción con el asistente y la conexión asistente-báscula al colocarlo sobre el espacio designado. En la Fig. 11 se observan los resultados de las pruebas perceptuales.

Por otra parte, los usuarios lograron completar las tareas para el modelo funcional de forma exitosa; 7 de 9 de los participantes fueron capaces de acatar cada una de las tareas (desde recibir una alarma de medicamentos y confirmarla, hasta navegar una receta y tomar interés en ella) sin acompañamiento, únicamente con la instrucción inicial, demostrando que la interfaz resulta intuitiva. Además, los usuarios que requirieron un acompañamiento inicial luego encontraron el resto de las tareas fáciles de navegar, una vez conocida la interfaz por primera vez, por lo que un manual de usuario resultó un insumo esencial en la propuesta de diseño.





Fig. 11. Segunda interacción usuario-objeto.

## Discusión

Frente a la disponibilidad del mercado actual ya mencionada, Alba representa un enfoque único, ya que integra de manera completa y centrada en el hogar los elementos médicos, alimenticios y deportivos, en un solo dispositivo diseñado específicamente para personas con DM2. Se ha visto que estos dispositivos integrados, principalmente en formato *wearable* o portátil, tienen el potencial de motivar al usuario a llevar un control de su condición de forma constante, esto gracias a poder acceder a su información de monitoreo de forma inmediata y sencilla [14], así como suponer un sistema de gestión del cual el usuario puede y debe participar de forma activa [15]. Esto convierte a Alba en una herramienta no solo innovadora, sino también potencialmente más efectiva en la promoción de un estilo de vida saludable y en el manejo integral de la diabetes.

A pesar de las múltiples funcionalidades que Alba ofrece, el dispositivo sigue siendo un producto en proceso de mejora continua. Un aspecto de interés para el desarrollo futuro es incorporar la medición de glucosa en alimentos mediante un dispositivo externo [14], capaz de realizar análisis de glucosa similar al proceso de espectrofotometría usado en laboratorios. Esta característica amplía aún más la funcionalidad de Alba, proporcionando una herramienta completa para el control y monitoreo de la dieta de una persona con diabetes. Sin embargo, en esta etapa de creación, esta funcionalidad no es implementada debido a los costos de producción y a las limitaciones de tiempo y equipo necesarios para el proceso.

Por otra parte, se identificó la necesidad de respaldar la información ofrecida al usuario con el criterio de profesionales en cada aspecto clave. Se recomienda el uso de recetas sugeridas por nutricionistas especializados en diabetes y ejercicios o rutinas recomendados por entrenadores que tengan experiencia trabajando con personas que padezcan de diabetes. También se debe tomar en cuenta la necesidad de adaptar cada ejercicio o rutina al usuario, ya sea mediante recomendaciones o aprendizaje de sus preferencias haciendo uso de tecnologías como *machine learning* o inteligencia artificial [14][16], por lo que se considera una futura función inteligente a incorporar.

Finalmente, algunas consideraciones generales son la revisión a la morfología y componentes electrónicos para poder maximizar la portabilidad del asistente, revisión a los materiales y



especificaciones técnicas de los componentes (como la pantalla) para ser utilizado en exteriores y, de esta manera, mejorar su competitividad en el mercado en comparación con productos compactos como los relojes inteligentes.

## Conclusiones

El desarrollo de Alba, un dispositivo diseñado para asistir a personas con diabetes tipo 2 (DM2) en la gestión integral de su salud, ha supuesto un avance significativo en la integración de la alimentación, el tratamiento médico y la actividad física en un solo lugar. A través de un proceso iterativo que incluyó herramientas como el árbol de problemas, pruebas de usuario, cuadros de doble entrada y la escala de Likert, se logró ajustar el diseño del dispositivo, funcionamiento y su aplicación móvil, creando una herramienta multifuncional que facilita la adopción de hábitos saludables en la vida diaria de los usuarios.

Alba ofrece una solución integrada que cubre aspectos clave de la vida cotidiana de las personas con DM2, desde el control de la nutrición hasta el seguimiento médico y la actividad física. Esto permite una experiencia personalizada y centralizada para el usuario, facilitando el manejo y equilibrio de estos tres aspectos claves. Al comparar a Alba con las soluciones actuales del mercado, queda claro que implementar un sistema de manejo o producto de asistencia individual por cada uno de estos aspectos claves ya mencionados dificulta el equilibrio y la interacción entre ellos.

Además, se comprobó que su sencilla interfaz resultaba intuitiva y funcional, de manera que la mayor parte de los usuarios fueron capaces de utilizar exitosamente todas las funciones, tanto prácticas como inteligentes, para cumplir con las metas solicitadas durante sus pruebas. En conclusión, Alba no solo se presenta como una herramienta innovadora para el manejo de la diabetes, sino también como un dispositivo con el potencial de transformar la forma en que las personas gestionan su salud, mejorando su bienestar general.

## Referencias

- [1] National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, "¿Qué es la diabetes?", National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/que-es> (Consultado 10 de nov., 2024).
- [2] C. Chen- Ku y D. Chen-Sandi, "The Health System in Costa Rica: Focus on the Management of Diabetes Mellitus", *Cureus*, vol. 6, no. 15, pp. 1-6, 2023. Consultado: 09 de nov., 2024 doi: 10.7759/cureus.40084 [En línea]. Disponible: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10327611/pdf/cureus-0015-00000040084.pdf>

- [3] B. Hasbum-Fernández, "Epidemiología de la diabetes en Costa Rica", *Avances en diabetología*, vol. 26, no. 2, pp. 91-94, 2010. Consultado: 09 de nov., 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.elsevier.es/es-revista-avances-diabetologia-326-pdf-S1134323010620042>
- [4] Instituto Nacional de Estadística y Censos, "Costa Rica en Cifras 2023", INEC. [https://admin.inec.cr/sites/default/files/2023-12/recostaricaencifras2023\\_0.pdf](https://admin.inec.cr/sites/default/files/2023-12/recostaricaencifras2023_0.pdf) (Consultado 09 de nov., 2024).
- [5] C. Santamaría-Ulloa y M. Montero-López, "Projected impact of diabetes on the Costa", *International Journal for Equity and Health*, vol. 19, no. 172, pp. 4-19, 2020. Consultado: 10 de nov., 2024. doi: <https://doi.org/10.1186/s12939-020-01291-4> [En línea]. Disponible: <https://equityhealthj.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12939-020-01291-4#citeas>
- [6] Federación Internacional de la diabetes, "Diabetes in South & Central America", International Diabetes Federation, [https://diabetesatlas.org/idfawp/resource-files/2021/11/IDF-Atlas-Factsheet-2021\\_SACA.pdf](https://diabetesatlas.org/idfawp/resource-files/2021/11/IDF-Atlas-Factsheet-2021_SACA.pdf) (Consultado 9 nov., 2024).
- [7] ICCSI, "Dispositivos inteligentes: definición", ICCSI, [https://iccsi.com.ar/dispositivos-inteligentes-definicion/#que\\_es\\_un\\_dispositivo\\_inteligente\\_](https://iccsi.com.ar/dispositivos-inteligentes-definicion/#que_es_un_dispositivo_inteligente_) (Consultado 8 dic., 2024).
- [8] L. Araya Rojas. "Lección 3 - Métodos de Desarrollo de Productos", presentado en Métodos de desarrollo de productos, 5 – 12 ago., 2021, pp. 1-7.
- [9] U.S. Food and Drug Administration, "No utilice relojes inteligentes ni anillos inteligentes para medir los niveles de glucosa en sangre: Comunicado de seguridad de la FDA", U.S. Food and Drug Administration, <https://www.fda.gov/medical-devices/safety-communications/no-utilice-relojes-inteligentes-ni-anillos-inteligentes-para-medir-los-niveles-de-glucosa-en-sangre#:~:text=Recomendaciones%20para%20consumidores-%2C%20pacientes%20y,l%C3%ADnea%20o%20directamente%20> (Consultado 9 nov., 2024).
- [10] N. Escamilla, J. Garnica y C. Arroyo. "Construcción de un árbol de problemas para el desarrollo de nuevos productos", *Conciencia Tecnológica*, no.50, pp.38-46, jul., 2015. Consultado: 18 nov. 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/944/94443423006.pdf>.
- [11] A. Matas, "Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión", *Revista electrónica de investigación educativa*, vol.20, no.1, pp.38-47, 2018. Consultado: 9 nov. 2024. [En línea]. Disponible: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607-40412018000100038](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412018000100038)
- [12] A. Guettaf, "Understanding and designing tactile feedback interaction for secondary tasks", Tesis de doctorado, Esc. Doc., Uni. Poly. Hauts-de-France, Francia, 2023.
- [13] Instituto Nacional de la Diabetes y las Enfermedades Digestivas y Renales, "Dieta para diabéticos", MedlinePlus. <https://medlineplus.gov/spanish/diabeticdiet.html> (Consultado 11 de nov., 2024)

- [14] Long Island Diabetes, "How Wearable Technology Is Transforming Diabetes Management." Long Island Diabetes Association. Consultado: 19 jun., 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.longislanddiabetes.org/how-wearable-technology-is-transforming-diabetes-management.html>
- [15] Z. Xu, X. Xi, y E. Wang, "Impact of digital integrated health platforms on diabetes management: evidence from Tianjin, China," BMC Health Serv. Res., vol. 25, no. 1, p. 618, Abr. 2025. Consultado: 19 jun., 2025. doi: 10.1186/s12913-025-12788-5. [En línea]. Disponible: <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-025-12788-5?utm>
- [16] H. Alzghaibi, "Perspectives of people with diabetes on AI-integrated wearable devices: perceived benefits, barriers, and opportunities for self-management," Front. Med., vol. 12, abr. 2025. Consultado: 19 jun., 2025. doi: 10.3389/fmed.2025.1563003. [En línea]. Disponible: <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2025.1563003/full?utm>