



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Orizaba

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

OPCIÓN I.- TESIS

TRABAJO PROFESIONAL

“Desarrollo de una aplicación de seguimiento al uso de teléfonos inteligentes con auxilio de dispositivos vestibles para apoyar en el combate a la obesidad”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

PRESENTA:

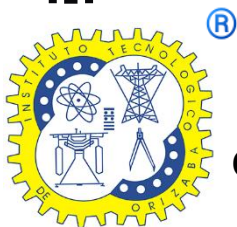
I.S.C. Aurea Elizabeth Pérez López

DIRECTOR DE TESIS:

MCE Beatriz Alejandra Olivares Zepahua

CODIRECTOR DE TESIS:

MRT Ignacio López Martínez



ORIZABA, VERACRUZ, MÉXICO

ABRIL 2025



Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, **26/marzo/2025**
Dependencia: **División de Estudios de**
Posgrado e Investigación
Asunto: **Autorización de Impresión**
OPCION: I

C. AUREA ELIZABETH PÉREZ LÓPEZ
CANDIDATO A GRADO DE MAESTRO EN:
SISTEMAS COMPUTACIONALES
P R E S E N T E.-

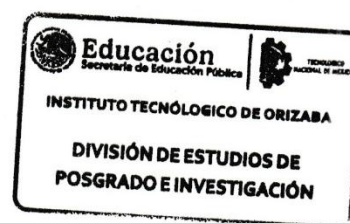
De acuerdo con el Reglamento de Titulación vigente de los Centros de Enseñanza Técnica Superior, dependiente de la Dirección General de Institutos Tecnológicos de la Secretaría de Educación Pública y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

" Desarrollo de una aplicación de seguimiento al uso de teléfonos inteligentes con auxilio de dispositivos vestibles para apoyar el combate a la obesidad "

comunico a Usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®


DRA. OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



OG-13-F06



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Oriente 9 #852 Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320
Orizaba, Veracruz. Tel. 01 (272) 1105360
e-mail: info@orizaba.tecnm.mx www.orizaba.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, **14/febrero/2025**
Asunto: **Revisión de trabajo escrito**

C. OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.

AUREA ELIZABETH PÉREZ LÓPEZ

La cual lleva el título de:

Desarrollo de una aplicación de seguimiento al uso de teléfonos inteligentes con auxilio de dispositivos vestibles para apoyar el combate a la obesidad

Y concluyen que se acepta.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

PRESIDENTE: M.C.E. BEATRIZ ALEJANDRA OLIVARES ZEPAHUA

FIRMA

SECRETARIO: M.R.T. IGNACIO LÓPEZ MARTÍNEZ

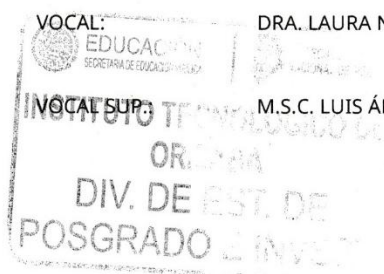
FIRMA

VOCAL: DRA. LAURA NELY SÁNCHEZ MORALES

FIRMA

VOCAL SUP: M.S.C. LUIS ÁNGEL REYES HERNÁNDEZ

FIRMA



TA-09-18



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Oriente 9 #852 Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320
Orizaba, Veracruz. Tel. 01 (272) 1105360
e-mail: info@orizaba.tecnm.mx www.orizaba.tecnm.mx



Declaración de originalidad y cesión de derechos

Orizaba, Veracruz, el día 10 del mes de enero del año 2025

El(la) que suscribe

C. Aurea Elizabeth Pérez López

Declaro que esta tesis, que tiene una extensión de 102 cuartillas, ha sido escrita por mí y constituye el registro escrito del trabajo de la tesis titulada

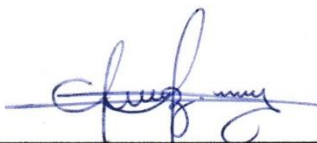
“Desarrollo de una aplicación de seguimiento al uso de teléfonos inteligentes con auxilio de dispositivos vestibles para apoyar en el combate a la obesidad”

del programa: Maestría en Sistemas Computacionales bajo la asesoría y dirección del MCE Beatriz Alejandra Olivares Zepahua y el MRT Ignacio López Martínez y no ha sido sometida en ninguna otra institución previamente.

Todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal y, en los casos que así lo requieran, cuento con las debidas autorizaciones de quienes poseen los derechos patrimoniales. Por lo tanto, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba.

También declaro que, al presentar esta tesis, cedo los derechos del trabajo al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba para su difusión, con fines académicos y de investigación, bajo las regulaciones propias de la institución y que si existe algún acuerdo de confidencialidad de la información lo haré saber en forma escrita para que se omitan las secciones correspondientes.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: depi_orizaba@tecnm.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.



Aurea Elizabeth Pérez López

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por el financiamiento otorgado y al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por las facilidades proporcionadas para la realización de este trabajo.

“Para convertirse en maestro, primero hay que ser aprendiz.”

Por eso, esta tesis está dedicada a la aprendiz más dedicada que he conocido, y también a mi mejor maestra:

Rosa María Peregrina Medina

Siempre serás la pieza que me falta.

También, con especial cariño, dedico esta tesis:

A **Ale**, mi hermano favorito, el fuego que guarda lo mejor de mí.

A mi mamá, **Betty**, que —como el agua clara— siempre está en movimiento, y como la lluvia que cae del cielo, renueva mi ánimo y me enseña a fluir con la vida.

A mi tía **Rosy**, que siempre está pendiente de mí y es el viento bajo mis alas.

A **mi familia** entera —los que están y los que ya partieron—, por ser la tierra fértil donde crecieron mis sueños y las raíces que me sostienen.

A la **Maestra Betty**, gracias por confiar en este proyecto, por darme la oportunidad de explorar nuevas tecnologías, por tener paciencia con mis dibujitos y por guiarme a través del inmenso mar de emociones y detalles técnicos.

A **mis amigas y amigos** de la carrera, del trabajo y de la maestría, gracias por estar presentes en distintas etapas del camino. Por las risas, las pláticas, los consejos y la compañía en los momentos clave.

A **mis shobinos favoritos**, por ser guardianes de lo que más atesoro y, sobre todo, gracias a la **calma** y al **impulso** que me guiaron hacia la paz del tiempo.

A todos ustedes, gracias por acompañarme en este viaje.

Su amor, su confianza en mí y su fe constante son la base de este triunfo.

Sin ustedes, no habría llegado hasta aquí;

Índice General

Índice de Tablas	x
Índice de Figuras	xi
Resumen	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	15
Capítulo 1 . Antecedentes	16
1.1 Marco teórico.....	16
1.1.1 Obesidad	16
1.1.1.1 Causas de la obesidad	17
1.1.1.2 Factores de riesgo de la obesidad	18
1.1.1.3 Acciones correctivas y preventivas para la obesidad.....	18
1.1.2 Uso del teléfono inteligente y su impacto en la actividad física	19
1.1.2.1 Mecanismos de intervención para mitigar el uso del teléfono inteligente	20
1.1.2.1.1 Reglas de asociación.....	20
1.1.2.1.2 Metodología de análisis de datos basada en reglas de asociación	21
1.1.3 Dispositivos móviles	22
1.1.3.1 Aplicaciones para dispositivos móviles.....	22
1.1.4 Actividad física y dispositivos vestibles.....	22
1.1.4.1 Privacidad	23
1.1.4.2 Fitbit: Pasos y Minutos en Zona	23
1.2 Planteamiento del problema	25
1.3 Objetivo general y objetivos específicos	26
1.3.1 Objetivo general	26
1.3.2 Objetivos específicos.....	26
1.4 Justificación	27
Capítulo 2 . Estado de la práctica	28
2.1 Trabajos relacionados	28
2.2 Análisis comparativo	35

2.3 Propuesta de solución	40
2.3.1 Justificación de la solución.....	41
Capítulo 3 . Aplicación de la metodología	43
3.1 Análisis y diseño de la aplicación.....	43
3.1.1 Perfil del usuario.....	43
3.1.2 Características de la aplicación.....	44
3.1.3 Requisitos funcionales de la aplicación.....	45
3.1.4 Requisitos no funcionales de la aplicación.....	47
3.1.5 Estrategias de intervención para promover la autorregulación del usuario	50
3.1.6 Diseño de la arquitectura	52
3.2 Desarrollo de la aplicación	54
3.2.1 Iteraciones y avances	55
3.2.1.1 Sprint 1: Pruebas de concepto	55
3.2.1.2 Sprint 2: Análisis, casos de uso y narrativas.....	62
3.2.1.2.1 Iniciar sesión.....	63
3.2.1.2.2 Registrar metas	63
3.2.1.2.3 Consultar resumen	64
3.2.1.2.5 Monitorear actividades	64
3.2.1.2.6 Elegir estrategia	66
3.2.1.3 Sprint 3: Configuración de servicios base	66
3.2.1.4 Sprint 4: Diseño e implementación de base de datos	70
3.2.1.5 Sprint 5: Prototipo de navegación	71
3.2.1.6 Sprint 6: Aplicación de estrategias de intervención	73
3.2.1.7 Sprint 7: Monitor y pantallas de intervención	75
3.2.1.8 Sprint 8: Edición de configuración inicial.....	77
3.2.1.9 Sprint 9: Implementación de gráficas	78
3.2.1.10 Sprint 10: Ejercicios bajo demanda.....	80
3.2.1.11 Sprint 11: Implementación de rutinas de acompañamiento.....	82
3.2.1.12 Sprint 12: Pruebas en diferentes dispositivos <i>Android</i>	83

Capítulo 4 . Resultados.....	84
4.1 Caso de estudio A	84
4.2 Caso de estudio B	87
4.3 Caso de estudio C	90
Capítulo 5 . Conclusiones y recomendaciones.....	94
5.1 Conclusiones.....	94
5.2 Recomendaciones	96
Glosario	97
Carta de intención de usuario	98
Referencias	99

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Principales comorbilidades asociadas al sobrepeso y a la obesidad [8].	18
Tabla 2.1 Análisis comparativo de los artículos relacionados	35
Tabla 2.2 Elementos de la solución propuesta.	41
Tabla 3.1 Recomendaciones según la OMS sobre actividad física.	44
Tabla 3.2 Requisitos funcionales - Sincronizar dispositivo Fitbit con la aplicación	46
Tabla 3.3 Requisitos funcionales - Configurar metas	46
Tabla 3.4 Requisitos funcionales - Monitorizar actividad	46
Tabla 3.5 Requisitos funcionales: Implementar intervenciones justo a tiempo	47
Tabla 3.6 Requisitos funcionales - Generar reportes	47
Tabla 3.7 Requisitos no funcionales - Usabilidad	48
Tabla 3.8 Requisitos no funcionales - Rendimiento	48
Tabla 3.9 Compatibilidad	48
Tabla 3.10 Requisitos no funcionales - Seguridad	49
Tabla 3.11 Requisitos no funcionales - Escalabilidad	49
Tabla 3.12 Requisitos no funcionales - Almacenamiento local	49
Tabla 3.13 Pausas de intervención.	50
Tabla 3.14 Diccionario de datos - Reporte	70
Tabla 3.15 Diccionario de datos - Por aplicación	71
Tabla 3.16 Diccionario de datos - Configuración	71
Tabla 3.17 Características de los dispositivos de prueba.	83

Índice de Figuras

Figura 1.1 Cambio en la actividad física durante la pandemia por COVID-19, por grupos de edad, a nivel nacional y por sexo [4].	17
Figura 1.2 Cambio en el tiempo que pasaba frente a pantallas de forma habitual durante la pandemia por COVID-19, nacional, por grupos de edad y sexo [4].	19
Figura 1.3 Metodología de análisis de datos basada en reglas de asociación con el fin de identificar automáticamente hábitos complejos de uso del teléfono inteligente [14].	21
Figura 2.1 Diagrama general de la propuesta de solución	40
Figura 3.1 Esquema general de la arquitectura	52
Figura 3.2 Formulario de registro	56
Figura 3.3 Formulario de permisos	57
Figura 3.4 Ejemplo de la URL de autorización.....	58
Figura 3.5 Mediciones del dispositivo vestibular con cuenta no personalizada	60
Figura 3.6 Perfil de los sujetos de prueba	60
Figura 3.7 Mediciones del dispositivo vestibular con cuentas personalizadas	61
Figura 3.8 Diagrama de Casos de Uso	62
Figura 3.9 Diagrama de base de datos de la aplicación	70
Figura 3.10 Configuración inicial	72
Figura 3.11 Registrar metas	72
Figura 3.12 Resumen semanal.....	73
Figura 3.13 Algoritmo para la aplicación de las estrategias de intervención	73
Figura 3.14 Niveles de intervención: 0, 1 y 2	76
Figura 3.15 Niveles de intervención 4 y 5.....	76
Figura 3.16 Ajustes de la Configuración inicial	78
Figura 3.17 Gráficas informativas.....	79
Figura 3.18 Ejercicios bajo demanda.....	81
Figura 3.19 Rutinas de acompañamiento.....	82
Figura 3.20 Botones fuera del área visible.....	83
Figura 4.1 Caso de Estudio A - Tiempo en pantalla	85

Figura 4.2 Caso de Estudio A - Actividad física	86
Figura 4.3 Caso de Estudio A - Patrón de sueño	86
Figura 4.4 Caso de estudio B - Tiempo en pantalla.....	88
Figura 4.5 Caso de estudio B - Actividad física	89
Figura 4.6 Caso de Estudio B - Patrón de sueño	89
Figura 4.7 Caso de estudio C - Tiempo en pantalla.....	91
Figura 4.8 Caso de estudio C - Actividad física	92
Figura 4.9 Caso de estudio C - Patrón de sueño	92

Resumen

El uso prolongado de teléfonos inteligentes contribuye a un comportamiento sedentario y, por ende, al riesgo de obesidad, un problema de creciente impacto económico en los servicios de salud en México. Para abordar esta problemática, este trabajo presenta el desarrollo de una aplicación móvil diseñada para reducir el sedentarismo asociado al uso prolongado de estos dispositivos. La aplicación conecta dispositivos vestibles *Fitbit* con un sistema de intervenciones graduales que promueve la actividad física y un uso más consciente del teléfono inteligente, abordando así dos problemas comunes en la sociedad actual: la falta de actividad física y el uso excesivo de dispositivos móviles.

La arquitectura de la aplicación está compuesta por cuatro módulos: *Reporte*, *Configuración*, *Estrategias* y *Monitor*, que funcionan en conjunto para registrar el tiempo de pantalla y la actividad física del usuario. Para su desarrollo se eligió *Flutter*, el cual es un marco de trabajo multiplataforma. La aplicación incorpora un modelo de aprendizaje automático que selecciona el momento oportuno para presentar las intervenciones, las cuales van desde recordatorios simples hasta ejercicios de activación progresiva.

La evaluación mediante dos casos de estudio —una mujer activa de 65 años y otra sedentaria de 35 años— destacó la importancia de incorporar mejoras para conocer el contexto de uso del teléfono inteligente, también demostró reducciones significativas en el tiempo de pantalla y mejoras en los patrones de sueño.

Pese a los desafíos técnicos enfrentados, especialmente en la gestión de tareas en segundo plano debido a las restricciones de los sistemas operativos móviles, la aplicación demuestra el potencial de transformar el teléfono inteligente en una herramienta de autorregulación que fomente un estilo de vida más activo.

Abstract

The prolonged use of smartphones contributes to sedentary behavior and, consequently, increases the risk of obesity—an issue with a growing economic impact on healthcare services in Mexico. To address this problem, this study presents the development of a mobile application designed to reduce the sedentarism associated with the prolonged use of these devices. The application integrates Fitbit wearable devices with a system of gradual interventions that promote physical activity and encourage more mindful smartphone usage, thereby addressing two prevalent issues in contemporary society: the lack of physical activity and the excessive use of mobile devices.

The architecture of the application comprises four modules: Report, Configuration, Strategies, and Monitor, which collaboratively function to record screen time and the user's physical activity. Flutter was selected for the development due to its cross-platform capabilities. Furthermore, the application incorporates a machine learning model that determines the opportune moments for presenting interventions, which range from simple reminders to progressive activation exercises.

The evaluation, conducted through two case studies—one involving an active 65-year-old woman and the other a sedentary 35-year-old woman—highlighted the significance of integrating enhancements to understand the context of smartphone usage. It also demonstrated notable reductions in screen time and improvements in sleep patterns.

Despite the technical challenges encountered, particularly in managing background tasks due to mobile operating system restrictions, the application illustrates the potential to transform the smartphone into a self-regulation tool that fosters a more active lifestyle.

Introducción

En México, durante el 2019, el impacto económico del sobrepeso y la obesidad se estimó en 23,170 millones de dólares. Para el año 2060, se prevé que este impacto económico se incremente seis veces [1].

Los teléfonos inteligentes se identificaron como un factor que contribuye a fomentar en el usuario un comportamiento sedentario, lo que aumenta el riesgo de obesidad. No obstante, también existen aplicaciones de bienestar digital, para teléfonos inteligentes, que aprovechan las capacidades de los dispositivos vestibles para ayudar a los usuarios a integrar hábitos de vida más activos y saludables. Es así que se plantea el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que, en combinación con un dispositivo vestible, sea capaz de identificar de forma automática los patrones de comportamiento del usuario con el fin de promover un uso más consciente del teléfono inteligente y al mismo tiempo motivar la actividad física del usuario con el apoyo de estrategias personalizadas derivadas del análisis de los datos recopilados y de esta manera combatir la obesidad relacionada con el uso indiscriminado de los teléfonos inteligentes.

La aplicación resultante será una solución innovadora para apoyar en el combate a la obesidad y promover la salud a través del uso consciente y equilibrado de la tecnología.

Este trabajo se divide en tres capítulos: 1) el primer capítulo introduce el marco teórico y el planteamiento del problema, así como los objetivos generales y específicos. Además, se incluye una justificación del proyecto; 2) el segundo capítulo presenta el estado de la práctica y un análisis comparativo de los artículos revisados; mientras que en el capítulo final se plantea la propuesta de solución, incluyendo la descripción de la solución, así como el análisis de los elementos requeridos para el desarrollo del proyecto, el cronograma de actividades y los entregables propuestos. Por último, se presentan las conclusiones y referencias citadas en este documento.

Capítulo 1 . Antecedentes

En este capítulo, se tratan los conceptos clave y las nociones básicas que sustentan el presente trabajo. Estos elementos brindan una base sólida para entender la perspectiva que se utiliza para abordar el problema en cuestión. Asimismo, se exponen el objetivo general, los objetivos específicos y la justificación para la realización del proyecto.

1.1 Marco teórico

A continuación, se presentan los temas esenciales que vinculan los diversos aspectos del estudio y que proporcionan un contexto adecuado para una mejor comprensión del enfoque del planteamiento del problema y de la solución propuesta.

1.1.1 Obesidad

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa en el cuerpo que resulta perjudicial para la salud. El exceso de acumulación de grasa corporal se produce cuando la cantidad de calorías ingeridas a través de la alimentación (ingesta calórica) supera a la cantidad de calorías gastadas (gasto calórico) por la persona durante el día, incluyendo el sueño. Estas calorías no utilizadas se almacenan como grasa en el cuerpo [2]. Un índice de masa corporal (IMC^1) igual o superior a 30 indica que la persona sufre de obesidad [3]. Adicionalmente, es recomendable considerar el perímetro abdominal (PA) y el porcentaje de grasa corporal (PGC) para su diagnóstico.

La obesidad se considera una enfermedad crónica porque una vez que se desarrolla tiende a persistir. Además, se caracteriza por ser progresiva, lo que significa que empeora con el tiempo si no se toman medidas adecuadas para su tratamiento. También es recidiva, lo que significa que existe una probabilidad alta de que los pacientes que pierden peso vuelvan a ganarlo, incluso después de adoptar medidas para controlarlo.

¹ El IMC se calcula dividiendo el peso de una persona en kilogramos entre el cuadrado de su estatura en metros.

1.1.1.1 Causas de la obesidad

La patogénesis de la obesidad es compleja e involucra factores genéticos, fisiológicos, psicológicos, conductuales y socioculturales que contribuyen a su desarrollo y persistencia, incluso en países donde la desnutrición también es un problema. Conforme los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Salud Pública, en México, la epidemia actual de obesidad se atribuye principalmente a la falta de educación nutricional junto con una disminución generalizada de la actividad física agudizada por la pandemia de COVID-19 como se observa en la Figura 1.1.

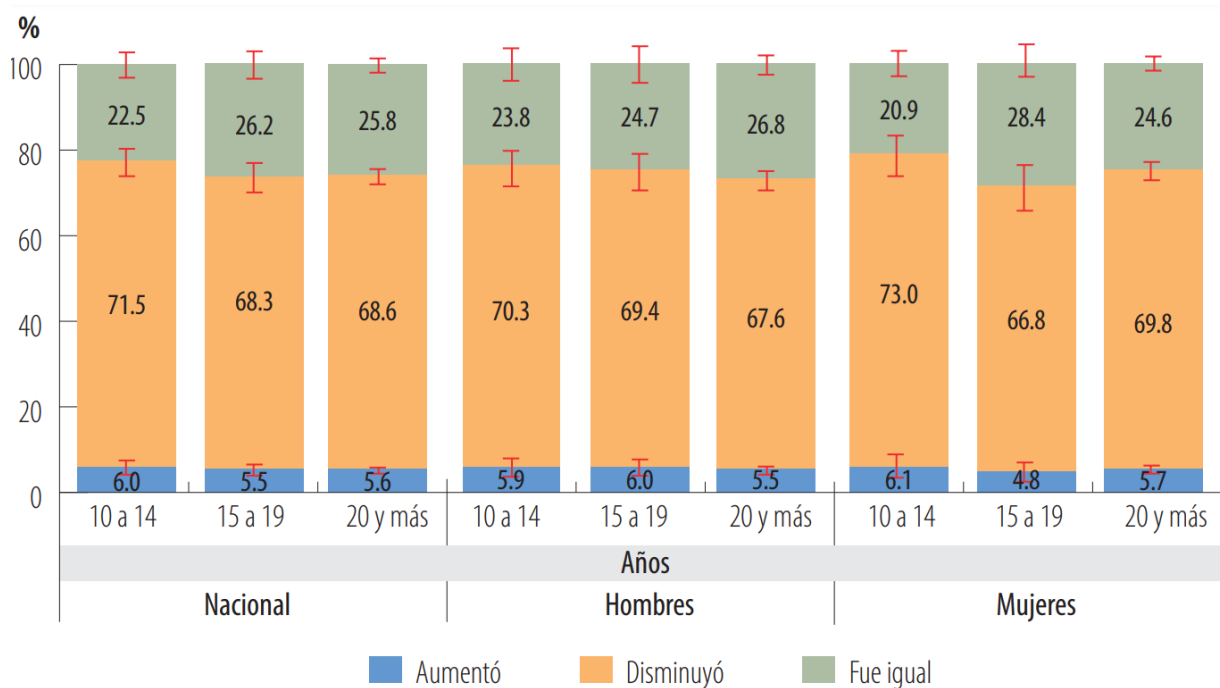


Figura 1.1 Cambio en la actividad física durante la pandemia por COVID-19, por grupos de edad, a nivel nacional y por sexo [4].

Según la OMS, las personas que realizan menos de 90 minutos de actividad física por semana son sedentarias. La ausencia de actividad física a lo largo del tiempo contribuye al aumento del peso corporal. Es importante mencionar también que el estrés influye en el peso corporal ya que afecta la liberación de cortisol y la estimulación de los centros de recompensa cerebrales, lo que provoca una disminución de la autorregulación en la ingesta de alimentos.

Asimismo, estudios recientes [5], [6] demostraron que la disminución en las horas de sueño afecta los mediadores biológicos del apetito y la energía, lo que predispone al individuo a una mayor susceptibilidad al consumo de alimentos. De igual manera, el consumo de ciertos medicamentos comúnmente recetados, como los psicotrópicos, antidiabéticos y anticonceptivos, contribuyen significativamente al aumento de peso [7].

1.1.1.2 Factores de riesgo de la obesidad

Entre los padecimientos asociados a la obesidad (Tabla 1.1) se incluyen tanto trastornos metabólicos como la diabetes mellitus tipo 2, la dislipidemia aterogénica, el hígado graso y el síndrome de ovárico poliquístico, así como afecciones físico-mecánicas causadas por el exceso de peso, como la apnea nocturna y la osteoartritis. Además, también se destacan las condiciones psicopatológicas derivadas del rechazo personal y social de la obesidad [8].

Tabla 1.1 Principales comorbilidades asociadas al sobrepeso y a la obesidad [8].

Metabólicas	Mecánicas	Psicosociales
Diabetes Mellitus 2	Hipoventilación	Depresión
Dislipidemias	Apnea del sueño	Ansiedad
Hipertensión arterial	Miocardiopatía	Alteraciones conductuales
Cardiovasculares	Insuficiencia cardíaca	Mayor riesgo a adicciones
Neoplasias	Osteoartrosis	Discriminación social
Hígado graso		
Ovario poliquístico		
Colelitiasis		

1.1.1.3 Acciones correctivas y preventivas para la obesidad

Es importante que las medidas para prevenir, gestionar y tratar la obesidad estén respaldadas por datos y evidencia. Para lograr esto, es necesario contar con sistemas eficaces de seguimiento y monitoreo que permitan entender las tendencias de la obesidad, sus factores determinantes, opciones de tratamiento, impacto económico y consecuencias políticas con el fin de fomentar entornos saludables que permitan abordar la obesidad en adultos para evitar la transmisión intergeneracional de esta enfermedad [9].

1.1.2 Uso del teléfono inteligente y su impacto en la actividad física

Actualmente el Manual de Diagnóstico y Estadísticas de Trastornos Mentales, 5ª edición, no reconoce la “adicción a los teléfonos inteligentes” como una patología [10]. Sin embargo, se utiliza esta expresión para describir un patrón de uso problemático asociado a una falta de autocontrol y a los correspondientes efectos negativos sobre la salud física y mental de los usuarios, ya que incide en la falta de sueño, la reducción de la actividad física, el aumento de la ansiedad y la depresión, la alteración de las relaciones sociales y la disminución de la productividad (académica o laboral) [11].

El uso indiscriminado de los teléfonos inteligentes se intensificó durante la pandemia de COVID-19, de acuerdo con fuentes oficiales en México (Figura 1.2), lo que ocasionó un aumento en el comportamiento sedentario. Aun cuando los individuos a menudo planean y tienen la intención de hacer ejercicio, no siempre transforman sus intenciones en acciones.

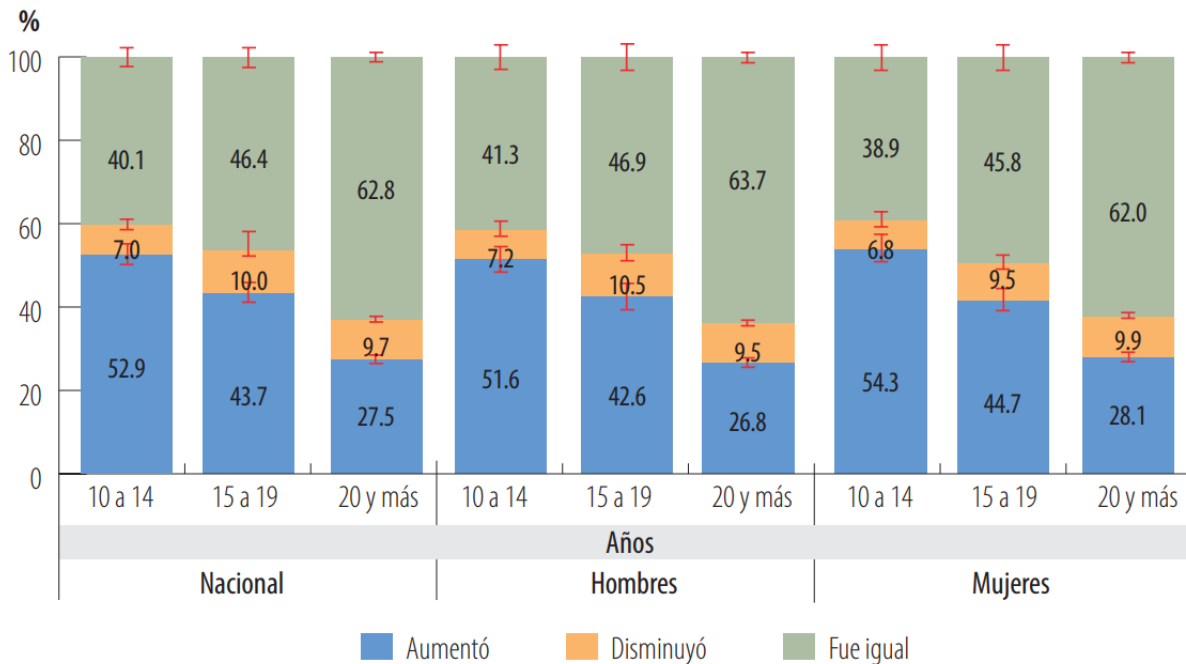


Figura 1.2 Cambio en el tiempo que pasaba frente a pantallas de forma habitual durante la pandemia por COVID-19, nacional, por grupos de edad y sexo [4].

Según la teoría de la economía conductual, usar el teléfono inteligente de forma inconsciente o “distráida” se percibe como una actividad fácil y de “bajo costo” con refuerzos inmediatos, mientras que la actividad física se ve como un compromiso de “alto costo”, que requiere esfuerzo y ofrece pocas recompensas inmediatas [12].

Para enfrentar el problema del uso excesivo del teléfono inteligente se desarrollaron numerosas aplicaciones para controlar el tiempo de pantalla. Tanto *Apple* como *Google* ofrecen herramientas para medir el uso del teléfono o el tiempo de uso de aplicaciones individuales, con el propósito de proporcionar recordatorios y gestionar límites de uso. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la implementación de estos mecanismos requiere motivación para reducir el tiempo frente a la pantalla y capacidad de autocontrol. La mayoría de las aplicaciones de control carecen de funciones que promuevan la autorregulación. Además, suelen considerarse invasivas y socavan el sentido de autonomía del usuario [11].

1.1.2.1 Mecanismos de intervención para mitigar el uso del teléfono inteligente

Un punto de partida para mitigar el uso de los teléfonos inteligentes consiste en desarrollar mecanismos de intervención destinados a crear una experiencia significativa con el teléfono inteligente.

Al ofrecer a los usuarios la posibilidad de comprender y cambiar sus hábitos con el teléfono inteligente, las herramientas de “bienestar digital” favorecerían el cambio de comportamiento y su efecto a largo plazo.

1.1.2.1.1 Reglas de asociación

La minería de reglas de asociación es un enfoque de aprendizaje automático que se utiliza para extraer reglas que describen la relación entre diferentes atributos o variables en un conjunto de datos [13]. Se utiliza para descubrir patrones de compra en una base de datos de transacciones de una tienda, donde las reglas son “si un cliente compra X, también suele comprar Y”. La minería de reglas de asociación se utiliza comúnmente en el análisis de datos comerciales, pero también es aplicable a otros conjuntos de datos.

1.1.2.1.2 Metodología de análisis de datos basada en reglas de asociación

En [14] se propuso una metodología de análisis de datos basada en reglas de asociación para descubrir automáticamente los hábitos de los usuarios a partir de los datos de uso de los teléfonos (Figura 1.3).

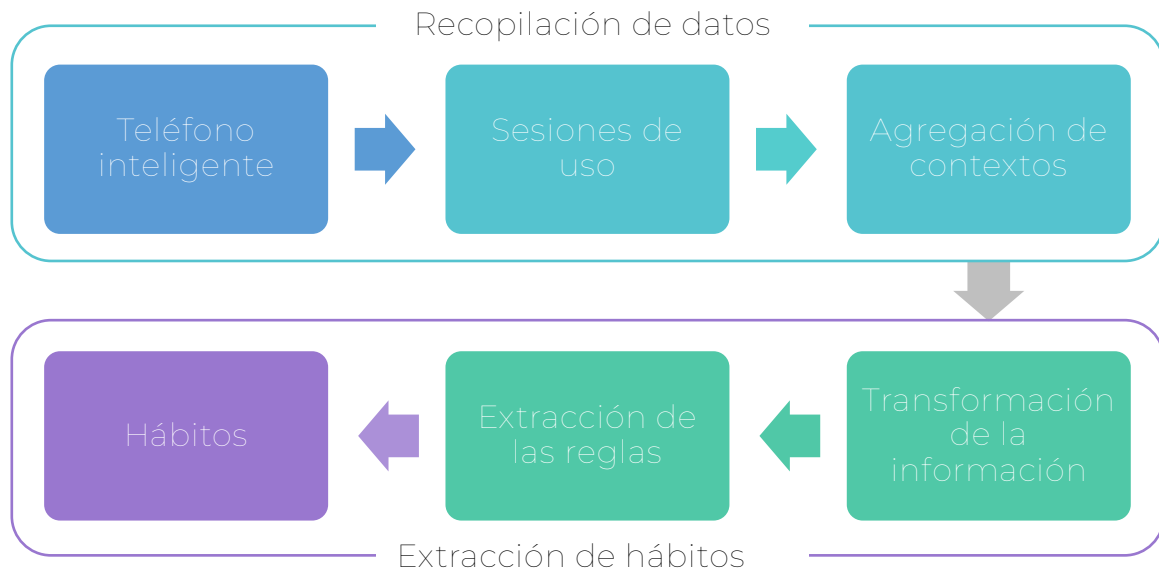


Figura 1.3 Metodología de análisis de datos basada en reglas de asociación con el fin de identificar automáticamente hábitos complejos de uso del teléfono inteligente [14].

La metodología identifica los hábitos de los usuarios mediante el análisis de correlaciones entre señales contextuales y el uso de aplicaciones. Los datos de uso se procesan para crear sesiones de uso del teléfono, que se agregan con información contextual. Estas sesiones se transforman en un modelo transaccional representado por vectores binarios. Luego, se aplica el algoritmo *Apriori*² para extraer las reglas de asociación que representan los hábitos de los usuarios. Las reglas se evalúan utilizando métricas como el soporte y la confianza. Esta metodología ofrece un enfoque flexible y genérico que adapta fácilmente a diferentes contextos de uso de teléfonos inteligentes.

² Es un algoritmo utilizado en minería de datos, sobre bases de datos transaccionales, que permite encontrar de forma eficiente “conjuntos de ítems frecuentes”, los cuales sirven de base para generar reglas de asociación.

Hay estudios que demuestran que, pese a la efectividad, los usuarios prefieren mecanismos poco invasivos que los alerten cuando no cumplen sus metas [15].

1.1.3 Dispositivos móviles

Estos dispositivos evolucionaron a lo largo del tiempo, comenzando desde buscapersonas bidireccionales hasta llegar a los teléfonos inteligentes actuales. Los dispositivos móviles son unidades portátiles de comunicación y computación que permiten a los usuarios compartir datos y aplicaciones a través de redes de comunicaciones inalámbricas. Actualmente, los dispositivos móviles más utilizados son: teléfonos inteligentes, tabletas y relojes inteligentes, los cuales están habilitados para acceder a Internet y ejecutar aplicaciones diseñadas específicamente para ellos [16].

1.1.3.1 Aplicaciones para dispositivos móviles

Una aplicación para dispositivos móviles es un programa diseñado específicamente para ejecutarse en un dispositivo móvil, como un teléfono inteligente o una tableta. Existen aplicaciones nativas, las cuales utilizan un lenguaje de programación específico y se descargan desde una tienda de aplicaciones, así como aplicaciones *web*, que se basan en tecnologías *web* como HTML y se ejecutan a través de un navegador en el dispositivo. También existen aplicaciones híbridas, que combinan elementos nativos y *web*. Estas aplicaciones ofrecen diferentes niveles de rendimiento, integración con la plataforma y experiencia de usuario [17].

1.1.4 Actividad física y dispositivos vestibles

La actividad física se considera esencial para mantener un estilo de vida saludable. Con la creciente popularidad de los dispositivos vestibles tales como: las bandas de actividad o los relojes inteligentes, los usuarios tienen acceso a información en tiempo real sobre su nivel de actividad física. Al combinar los datos proporcionados por los dispositivos vestibles con una motivación adecuada, los usuarios tienen la capacidad de alcanzar sus objetivos de manera más efectiva. De esta manera, la tecnología de auto monitorización se posiciona como una herramienta valiosa para promover la salud en la población en general.

Un dispositivo vestible es un artefacto electrónico y portátil, de dimensiones compactas, que se usa como vestimenta, accesorio o implante corporal [18]. De acuerdo con el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial, “este género tecnológico hace referencia a los productos que incorporan un microprocesador, por ejemplo: relojes inteligentes, pulseras que controlan el estado de salud, ropa inteligente, *tabletas* o dispositivos de equipo médico, entre otros” [19]. Estos dispositivos están diseñados para cuantificar datos en tiempo real de los signos vitales del usuario, así como de las actividades que realiza, incluso en estado de reposo. Según el modelo es posible obtener los valores de temperatura, oxigenación, así como niveles de estrés.

Estos artefactos cuentan con la capacidad de conectarse a otros dispositivos para realizar una función concreta y a aplicaciones móviles para proporcionar información útil y práctica a los usuarios. Aunque tienen un gran potencial están limitados por la duración de la batería, el almacenamiento, el ancho de banda, la potencia informática y el tamaño de la pantalla [20].

1.1.4.1 Privacidad

Los dispositivos vestibles proporcionan una sensación de control y la capacidad de mejorar a través del autoconocimiento. Sin embargo, es importante tomar en cuenta las cuestiones de privacidad, consentimiento y la forma en que las empresas recopilan y utilizan los datos. Si bien el uso de estos dispositivos genera una sensación de comunidad, los datos que se generan se utilizan principalmente para beneficio de la empresa matriz, terceros y posibles aseguradoras, en algunos casos por empleadores, sólo una pequeña cantidad se devuelve al usuario. Además, estas empresas utilizan los datos para generar información agregada sobre patrones de actividad según la geografía, clase social y género, lo que plantea ciertas cuestiones de privacidad [21].

1.1.4.2 Fitbit: Pasos y Minutos en Zona

Los dispositivos *Fitbit* son herramientas esenciales para el seguimiento de la actividad física y la salud personal. Estos dispositivos incorporan un acelerómetro de tres ejes, que registra el número de pasos que da un usuario, así como diversos aspectos de su actividad física, como la frecuencia, duración, intensidad y patrones de movimiento [22].

La distancia se calcula con esta fórmula: $Distancia = Pasos \times Longitud\ de\ zancada$. La longitud de zancada se estima en función de la estatura y el sexo del usuario. En situaciones en las que se activa la monitorización mediante GPS, el dispositivo Fitbit recurre a datos de posicionamiento global para calcular la distancia recorrida, eliminando la dependencia del número de pasos para este propósito [22].

La precisión en la medición de la distancia mejora notablemente con la utilización del GPS, especialmente en entornos al aire libre con una señal GPS estable. No obstante, en situaciones donde el GPS no está disponible de inmediato, como en zonas urbanas densas o bajo techo, el dispositivo sigue calculando la distancia en base al conteo de pasos hasta que se recupera una señal GPS sólida. Esto permite mantener una monitorización precisa y continua de la actividad física del usuario.

Para medir con precisión la longitud de zancada, se requiere un espacio fiable para la medición, como una pista de atletismo [22]. El proceso implica:

1. Contar al menos 20 pasos mientras se camina o corre.
2. Dividir la distancia recorrida por el número de pasos para obtener la longitud de zancada.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece directrices precisas para promover la actividad física en adultos. Según estas pautas, se recomienda que los adultos realicen un mínimo de 150 minutos de actividad física de intensidad moderada o 75 minutos de actividad física intensa a lo largo de la semana, o una combinación de ambas. Además, se subraya la importancia de llevar a cabo ejercicios de fortalecimiento muscular que involucren todos los grupos musculares principales al menos dos días a la semana. Asimismo, se hace hincapié en la necesidad de limitar el tiempo dedicado a actividades sedentarias [23].

Para cumplir con estas recomendaciones, es importante comprender que en los dispositivos Fitbit se utiliza el concepto de “Minutos en Zona Activa” para reflejar el tiempo en el que el usuario está involucrado en actividades que elevan su ritmo cardíaco.

En particular, el usuario acumula 2 “Minutos en Zona Activa” por cada minuto en las zonas de frecuencia cardíaca identificadas como cardio o pico. Estas zonas se personalizan teniendo en cuenta la frecuencia cardíaca en reposo y la edad del usuario, y con el tiempo, se ajustan para reflejar cambios en la salud cardiovascular a medida que ésta evoluciona. Este enfoque ayuda a traducir las pautas de la OMS en métricas prácticas y personalizadas para promover la actividad física [24].

1.2 Planteamiento del problema

La obesidad constituye un problema de salud pública de gran magnitud, que impone una carga significativa tanto en el bienestar individual como en el colectivo. En México, durante el 2019, el impacto económico del sobrepeso y la obesidad se estimó en 23,170 millones de dólares. Esto equivale a 182 dólares per cápita y al 1.8% del PIB (Producto Interno Bruto). Para el año 2060, se prevé que este impacto económico se incremente seis veces [1].

Los teléfonos inteligentes se identificaron como un factor que contribuye a la adopción de un estilo de vida sedentario, lo que aumenta el riesgo de obesidad. En este sentido, durante la pandemia de COVID-19, se observó un aumento en el tiempo que la población en general pasó sentada o reclinada. Además, se reportó que el 31.8% de la población mayor a 10 años incrementó el tiempo que pasaba frente a pantallas [4].

Adicionalmente, el diseño de aplicaciones para dispositivos móviles está enfocado en la personalización de la experiencia del usuario con el fin de incrementar la retención de éste en el uso de sus servicios. Para alcanzar este objetivo, se recurre al conocimiento derivado del campo de las ciencias del comportamiento para desarrollar mecanismos que induzcan al usuario a un estado de inmersión que “lo libere de sus preocupaciones cotidianas”. En este estado, el propósito inicial del usuario para utilizar una aplicación se debilita gradualmente, facilitando así que el usuario se quede “enganchado” al teléfono inteligente perpetuando un comportamiento sedentario [25].

Es imperativo desarrollar aplicaciones que ayuden al usuario a sobreponerse a comportamientos automáticos que afectan su intencionalidad. Sin embargo, surge un desafío significativo; a menudo, las aplicaciones orientadas al bienestar digital adoptan enfoques restrictivos que generan frustración, o intentan promover hábitos saludables mediante elementos visuales, lúdicos o sociales, perpetuando así el problema.

Por lo que, en este proyecto, se plantea el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que, en combinación con un dispositivo vestible, sea capaz de identificar automáticamente los patrones de comportamiento del usuario y guiarlo a un uso consciente del teléfono inteligente, al mismo tiempo que lo impulsa a realizar actividad física a través de intervenciones oportunas. Estas intervenciones se basarán en el análisis de los datos recopilados por ambos dispositivos. De esta manera, se busca combatir la obesidad relacionada con la falta de actividad física ocasionada por el uso prolongado de los teléfonos inteligentes.

1.3 Objetivo general y objetivos específicos

A continuación, se describen el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto.

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una aplicación que permita, en combinación con dispositivos vestibles, dar seguimiento al uso de teléfonos inteligentes, con el fin de impulsar la actividad física del usuario para combatir la obesidad relacionada con el uso prolongado de tales dispositivos.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Analizar aplicaciones relacionadas con el control del uso del teléfono inteligente para identificar las mejores prácticas orientadas a disminuir el uso prolongado de tales dispositivos.
2. Realizar un análisis de las API de dispositivos vestibles con el fin de seleccionar las opciones más adecuadas para sincronizar la actividad física con el teléfono inteligente.
3. Analizar los estudios relacionados al cambio de hábitos y motivación de la actividad física mediante herramientas digitales para determinar las estrategias más efectivas.

4. Implementar mecanismos que mejoren la precisión de los datos recopilados por el dispositivo vestible y verifiquen la actividad física realizada por el usuario, con el fin de mejorar la exactitud de las mediciones.
5. Diseñar la arquitectura de la aplicación para soportar los elementos identificados.
6. Desarrollar la aplicación para implementar la arquitectura.
7. Probar la aplicación con al menos dos casos de estudio, con el fin de validar su funcionamiento y detectar posibles fallos o mejoras a implementar.

1.4 Justificación

La obesidad es un problema de salud pública cada vez más prevalente y costoso en términos económicos, sociales y de salud. En este contexto, la tecnología es una herramienta poderosa para combatir la obesidad y promover un estilo de vida más saludable. En particular, los dispositivos vestibles y las aplicaciones de bienestar digital son efectivos para fomentar la actividad física y reducir el sedentarismo, que es un factor de riesgo importante para la obesidad. Si bien se identificó al teléfono inteligente como un obstáculo para que las personas realicen actividades físicas existe la oportunidad de convertirlo en un dispositivo de autorregulación que, en combinación con un dispositivo vestible, permita al usuario identificar de forma automática sus patrones de comportamiento, así como implementar estrategias personalizadas que lo ayuden a cumplir sus metas de forma autónoma³.

La aplicación resultante será una solución innovadora y efectiva para combatir la obesidad y promover la salud a través del uso consciente y equilibrado de la tecnología.

Este proyecto tiene el potencial de contribuir significativamente a la promoción de hábitos saludables y al combate de la obesidad, al mismo tiempo que aprovecha la tecnología para mejorar la calidad de vida de los usuarios.

³ Se refiere a la regulación de la conducta por normas que surgen del propio individuo.

Capítulo 2 . Estado de la práctica

Como quedó establecido en el capítulo anterior, la obesidad es un problema de salud creciente a nivel mundial. Esto llevó a un aumento en la investigación sobre actividad física, automonitoreo y dispositivos vestibles. Al mismo tiempo, los teléfonos inteligentes se convirtieron en una parte esencial de la rutina diaria. Además, su capacidad para almacenar y analizar datos de salud en tiempo real los convierte en una herramienta útil para informar, regular y mejorar los hábitos de vida de los usuarios.

En el siguiente apartado, 2.1, se proporciona un resumen de las investigaciones recientes relacionadas al uso del teléfono inteligente y al seguimiento de la actividad física a través de dispositivos vestibles. Luego, en el apartado 2.2, se presenta un breve análisis comparativo de las técnicas y los resultados de los trabajos revisados, finalmente, en el apartado 2.3, se realiza el planteamiento de la solución.

2.1 Trabajos relacionados

La teoría de “Usos y Gratificaciones” permite comprender las motivaciones y los patrones de uso que influyen en los usuarios al utilizar su teléfono inteligente. En este artículo [26], se utilizó una aplicación móvil para registrar el uso del teléfono inteligente de 45 personas durante dos semanas, adicionalmente, la aplicación realizaba una encuesta a los usuarios en uno de tres momentos aleatorios: al principio, durante o al final del uso. A través de esta investigación, que incluyó entrevistas, encuestas y la aplicación del método de muestreo de experiencias, se halló que el uso habitual de los teléfonos inteligentes corresponde frecuentemente a un impulso no deliberado, lo que ocasiona que los usuarios lidien con una pérdida de autonomía en su comportamiento. También, se encontró que los usuarios hallan sentido a la utilización del teléfono inteligente en función de la intención y de las actividades que realizan en éste. Por lo que se recomienda que los diseñadores tengan en cuenta estos hallazgos para crear experiencias más significativas que promuevan la autonomía del usuario.

Muchos sistemas que están orientados a modificar los hábitos relacionados con la salud tienden a adoptar un enfoque general en su diseño, ignorando las diferencias individuales y colectivas de los usuarios. Por lo que en [27] los autores realizaron un análisis de un *corpus* de investigación de 12 años en tecnología de seguimiento personal relacionada con la actividad física con el propósito de evaluar la eficacia de las estrategias de intervención personalizadas. El objetivo era identificar los elementos de diseño más efectivos para motivar un comportamiento saludable tomando en cuenta edad, género, ocupación, condición física y estado de salud del usuario. Para evaluar la eficacia de estas intervenciones, los autores propusieron cuatro dimensiones: a) la imagen percibida por el usuario, b) la reacción física, es decir, la actividad física realizada en respuesta a la intervención del sistema, c) la respuesta conductual, que se caracteriza por el tipo y la duración de la sesión, y d) los factores externos que interfieren en la interacción deseada, como el clima o la ubicación. Estos hallazgos destacan las estrategias más efectivas según el segmento poblacional, ofreciendo una base sólida para implementar intervenciones personalizadas en salud.

Existen aplicaciones diseñadas para regular el uso del teléfono inteligente, sin embargo, sus funciones restrictivas y mecanismos coercitivos causan frustración en los usuarios. En [28] se abordó el concepto de “arrepentimiento” relacionado con el uso excesivo del teléfono inteligente y la decisión de limitar su uso. Los autores desarrollaron “*Finesse*”, una herramienta encargada de recopilar datos sobre el uso y la experiencia de arrepentimiento al utilizar aplicaciones móviles. Se consideraron cuatro recompensas principales al emplear el teléfono inteligente: sociales, informativas, personales y de entretenimiento, y se analizó cómo cada una afecta a los usuarios y tienen un valor de arrepentimiento diferente. A través del análisis de los datos recopilados con “*Finesse*”, se identificaron tres patrones de comportamiento que conducen a un “uso arrepentido”: 1) el agotamiento del contenido por la frecuencia de comprobación, 2) la pérdida de la intención original de uso y 3) el consumo prolongado de contenidos breves. Este estudio proporcionó información sobre la relación entre el uso del teléfono inteligente y el arrepentimiento, y es posible utilizarlo para diseñar soluciones más efectivas que ayuden a mitigar comportamientos inconscientes.

En este artículo [15] se utilizó el término “mecanismo de bloqueo de interacción” (ILM, por sus siglas en inglés: *Interaction Lockout Mechanism*) para describir una intervención que restringe el uso de un dispositivo inteligente con el propósito de cambiar los patrones de comportamiento del usuario. El objetivo de este trabajo era comprender el impacto de este mecanismo en la reducción del uso de los teléfonos inteligentes. Para ello se desarrolló una aplicación móvil llamada *GoalKeeper*, que vinculaba el dispositivo con límites diarios de tiempo de uso. Cuando se superaba el límite voluntariamente autodefinido, se activaba el mecanismo de bloqueo. Se probó el funcionamiento de la aplicación con distintos niveles de intensidad de ILM: 1) No ILM: El usuario sólo recibía una notificación cuando el límite de tiempo era superado. 2) ILM débil: Cuando se sobrepasaba el objetivo establecido, el teléfono inteligente se bloqueaba por un periodo inicial e incrementaba el intervalo de bloqueo en cada intervención. 3) ILM fuerte: El teléfono inteligente se bloqueaba completamente por el resto del día al alcanzar el límite permitido. El método No ILM resultó ser el menos eficaz, ya que los participantes ignoraban a menudo los diálogos de notificación que les informaban del uso excesivo. Un bloqueo más fuerte condujo a una mayor reducción en el uso, sin embargo, ocasionó frustración en los usuarios. Finalmente, un grado moderado de ILM logró mantener a los participantes comprometidos y motivados para continuar con el uso de la aplicación de manera consistente. También se observó que con esta modalidad los usuarios estaban más conscientes de sus objetivos y utilizaban el tiempo restante de uso del teléfono inteligente de forma estratégica.

TypeOut [29] es una aplicación móvil que implementó una técnica de intervención “justo a tiempo” que combinó un proceso de desbloqueo con un mecanismo de escritura basado en la autoafirmación con el propósito de desencadenar una regulación cognitiva. La tarea de mecanografía requiere que los usuarios escriban algunas palabras antes de acceder a las aplicaciones, lo que demostró tener éxito en reducir el uso excesivo de los teléfonos inteligentes. Asimismo, las autoafirmaciones demostraron ser más efectivas que un conjunto de palabras aleatorio. Para mejorar aún más la eficacia de la técnica, es posible diseñar ciclos de retroalimentación interactiva para identificar y registrar cuando los usuarios regulan con éxito su comportamiento.

La aplicación para dispositivos móviles *Socialize* [30] es un ejemplo de una herramienta de “bienestar digital” que implementó técnicas de agrupación y reglas de asociación para descubrir de forma automática hábitos a partir de los datos de uso del teléfono inteligente. Cuando se identificaron los patrones de comportamiento, éstos se informaron a los participantes del estudio para que ellos decidieran cuáles hábitos querían modificar. Siete días después de empezar a utilizar la aplicación, los usuarios recibían una notificación que les alertaba del inicio de la fase de intervención. A partir de ese momento, *Socialize* enviaba recordatorios “justo a tiempo” con una alternativa de acción definida por el usuario. El estudio utilizó una perspectiva de “Usos y Gratificaciones” para investigar cómo los usuarios percibían el uso habitual del teléfono. Los objetivos del estudio incluían: a) extraer patrones que exhibieran fuertes correlaciones entre las características contextuales y las aplicaciones utilizadas, b) validar con los usuarios el enfoque para modelar y detectar hábitos, e c) investigar si los recordatorios tienen un efecto a medio o largo plazo en el comportamiento. Los resultados mostraron que los recordatorios disminuyeron significativamente ($p < 0,01$) el tiempo dedicado a los hábitos que los usuarios determinaron como “sin sentido”, con una media de 28.69 segundos. Antes de utilizar la aplicación, el tiempo promedio dedicado a dichos hábitos era de 76.84 segundos, tras la activación de los recordatorios correspondientes se redujo a 48.15 segundos. Esto confirma que *Socialize* ayudó a los participantes a evitar los hábitos que consideraban “sin sentido” y sugiere que reducir esta clase de hábitos ayuda a los usuarios a disminuir de forma general el tiempo que usan el teléfono inteligente.

Así como en el estudio anterior [30] se resaltó el uso de las notificaciones “justo a tiempo”, es fundamental reconocer que la efectividad y la capacidad de motivar a la acción a un usuario dependen en gran medida de la presentación del mensaje. En este contexto, los investigadores de [31] se centraron en examinar el impacto de los mensajes en la motivación para el ejercicio físico, enfocándose en dos grupos de individuos: aquellos que mantienen una rutina regular de ejercicio y aquellos que no lo hacen de manera constante. Los resultados del análisis revelaron que las personas que realizan ejercicio de forma regular utilizan los mensajes motivacionales de texto como una herramienta para fortalecer sus hábitos de actividad física. Estos mensajes les proporcionan recordatorios de sus metas y funcionan como estímulos para mantener su

motivación. Por otro lado, aquellos que no mantienen una rutina de ejercicio constante consideran que estos mensajes les brindan el impulso necesario para iniciar y mantener un programa de ejercicios. Una observación de particular interés fue que ambos grupos expresaron una preferencia por los mensajes motivacionales de texto presentados en un formato mixto, lo que sugiere que la combinación de texto y elementos visuales se percibe como más efectiva y atractiva para el usuario promedio.

Este estudio [32] investigó cómo diferentes tipos de retroalimentación afectan la percepción y el comportamiento de los usuarios en dispositivos vestibles. En un estudio longitudinal de 6 semanas con 44 participantes y tres tipos de retroalimentación (visual, táctil e híbrida), se encontró que la retroalimentación táctil es una alternativa viable a la retroalimentación visual en dispositivos vestibles. La retroalimentación táctil tuvo un impacto positivo en la percepción del ejercicio, haciéndolo ver más fácil y divertido en comparación con las interfaces visuales tradicionales. Esto fomentó la motivación y el compromiso con la actividad física. Además, las vibraciones se percibieron como recompensas. Este tipo de retroalimentación resultó más efectiva para mantener una mentalidad positiva hacia el ejercicio en comparación con la retroalimentación visual. Por lo que se presenta como una alternativa prometedora en dispositivos de seguimiento de actividad física, especialmente en contextos en los que el usuario no puede mirar la pantalla constantemente. La percepción de la retroalimentación táctil como una recompensa resalta la importancia de considerar aspectos psicológicos en el diseño de dispositivos de seguimiento de actividad física.

Este artículo [33] presentó un estudio de campo sobre el uso del seguimiento cooperativo de la actividad física entre dos compañeros de trabajo. Esta estrategia se implementó utilizando una aplicación móvil (*Mi-fit*) y un rastreador de actividad (*Mi-band*). Se observó un incremento de la actividad física de los participantes ubicados en el mismo lugar, ya que sus datos de pasos fueron significativamente mayores durante la semana de intervención en comparación con la semana inicial y posterior a la intervención. También es importante tomar en cuenta la privacidad de los participantes y respetar la frontera entre la vida privada y el trabajo. Es recomendable analizar la compatibilidad de rutinas y proximidad de las parejas previo a la

intervención. Los resultados cualitativos indican que esta estrategia resaltó la importancia de la actividad física en el lugar de trabajo, promovió el intercambio de conocimientos y facilitó la incorporación de pausas para mantenerse en forma en la rutina laboral.

Este artículo [34] se centra en el diseño y análisis de un entrenador de salud inteligente que tiene como objetivo entrenar a personas sedentarias para llevar a cabo ejercicio aeróbico regular. Utilizando un enfoque basado en la adaptación de metas y la interacción continua, este entrenador opera en la aplicación *NutriWalking*, que se ejecuta en dispositivos iOS y almacena información relevante en una base de datos *PostgreSQL*. Este sistema se compone de módulos de razonamiento basados en reglas para las áreas de interacción y establecimiento de metas, desarrollados con el motor basado en reglas CLIPS. Cada módulo tiene una memoria de trabajo a corto plazo que contiene el estado actual del entrenador, incluyendo sus hipótesis sobre la capacidad aeróbica del aprendiz y experiencias previas. El comportamiento interactivo consiste en la resolución de un cuestionario y se utiliza para evaluar el estado del aprendiz y recopilar información adicional o acordar objetivos conjuntos. Mientras que el comportamiento de establecimiento de metas utiliza interacciones pasadas y datos de desempeño almacenados en la memoria a largo plazo para crear un cronograma de metas para caminar. Este enfoque integral busca promover el ejercicio regular y la salud a través de la recopilación y el uso inteligente de datos de interacción para respaldar la toma de decisiones relacionadas con la salud. La adaptación continua y la personalización son elementos clave en la efectividad de este entrenador de salud inteligente.

En [35] se encontró que la precisión del recuento de pasos en los adultos mayores es menor que en los jóvenes. En personas mayores que utilizan dispositivos de asistencia para la movilidad (p. ej. andador, silla de ruedas) esta precisión disminuye considerablemente. Para solventar esta situación, en este estudio, se aplicó y se evaluó un clasificador de distancias mínimas para identificar automáticamente la modalidad de movimiento entre siete categorías, considerando el movimiento con y sin dispositivos de asistencia para la movilidad, así como no movimiento, dio como resultado una precisión de predicción superior al 82%. Se eligió este clasificador por su sencillez y al bajo consumo de recursos, se seleccionaron tres variables: la magnitud de la

velocidad angular, la magnitud de la aceleración y la magnitud del componente de aceleración a lo largo de la fuerza gravitatoria. Además, para cada una de ellas se consideraron 11 posibles características base. Una vez que se entrenó el modelo, el algoritmo predecía la modalidad de movimiento del usuario al comparar los valores de las características de una muestra de datos determinada con los valores medios de las características de todas las modalidades almacenadas en el modelo. La menor distancia entre estos valores dio como resultado la predicción del clasificador. Para compensar las posibles diferencias de rango y varianza entre las características seleccionadas, se utilizó la distancia de *Mahalanobis* en lugar de la distancia euclidiana.

El avance de los sistemas microelectromecánicos permite recopilar fácilmente datos fisiológicos y de actividad diaria con un dispositivo vestible y un teléfono inteligente. El propósito de este estudio [36] era reconocer diferentes actividades físicas y detectar el nivel de estrés de larga duración basándose en las señales de aceleración en los 3 ejes y las señales fisiológicas utilizando algoritmos de aprendizaje automático. Los resultados mostraron que los modelos de detección del estrés basados únicamente en las señales fisiológicas no son capaces de distinguir las actividades de alta intensidad y la condición de estrés. Cuando se consideró el factor de la aceleración fue posible alcanzar una precisión del 97% para el reconocimiento de actividades físicas y más del 80% en la detección del estrés. En primer término, se realizó un análisis de cómo la duración de la medición afectó el rendimiento del reconocimiento de actividades. Un periodo más corto se adaptaría mejor a los cambios de actividades, mientras que un periodo mayor sería más resistente a los valores atípicos y extremos derivados de los pequeños gestos, como rascarse o agarrar algo. El efecto de las distintas ventanas temporales se investigó mediante el muestreo aleatorio de validación cruzada 10 veces y se evaluaron varios modelos de aprendizaje automático como la red neuronal artificial (RNA), el árbol de decisión (DT), vecinos más cercanos (KNN), Support Vector Machine (SVM) y regresión logística (LR). Aunque todos los resultados indicaron que las señales de aceleración de 3 ejes registradas en la muñeca permiten distinguir eficazmente las actividades diarias de movimiento con diferentes niveles de intensidad física el mejor rendimiento se obtuvo con el árbol de decisión (DT).

2.2 Análisis comparativo

A continuación, se observa una comparación detallada de los artículos relacionados con el anteproyecto de tesis (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Análisis comparativo de los artículos relacionados

Autor	Problemática	Contribuciones	Tecnologías y/o técnicas	Resultados	Estado
Lukoff et al. [26]	Identificar los factores que impulsan a los usuarios a limitar el uso del teléfono inteligente.	Clasificación de usos: 1. Productivos 2. Informativos 3. Comunicativos 4. De entretenimiento 5. Consultar redes sociales sin interactuar con otras personas.	▪ “Usos y Gratificaciones” ▪ Muestreo de experiencias	Se encontró que la navegación pasiva y el uso por costumbre limita la autonomía de los usuarios y los impulsa a querer reducir el uso de sus teléfonos inteligentes.	Finalizado
Yfantidou et al. [27]	Analizar un corpus de investigación de los últimos 12 años con el fin de identificar las estrategias más efectivas para fomentar la actividad física tomando en cuenta las características del usuario.	Marcos de trabajo, guías y directrices para el diseño y la evaluación de sistemas personalizados.	▪ <i>The PAST SELF Framework.</i>	Se estableció que una intervención personalizada en función de: edad, sexo, ocupación, forma física y estado de salud es más efectiva para motivar la actividad física que una intervención general.	Finalizado

Autor	Problemática	Contribuciones	Tecnologías y/o técnicas	Resultados	Estado
Cho et al. [28]	Identificar en qué escenarios se desarrolla el uso inconsciente o distraído del teléfono inteligente, qué lo motiva y cuál es la consecuencia de ese uso.	Se desarrolló una aplicación, <i>Finesse</i> , que se encargó de recopilar datos sobre el uso y la experiencia de arrepentimiento al utilizar aplicaciones para dispositivos móviles.	▪ <i>Android</i> ▪ Muestreo de experiencias	Se identificaron tres patrones de comportamiento que conducen a un “uso arrepentido”: 1) el agotamiento del contenido por la frecuencia de comprobación, 2) la pérdida de la intención original de uso y 3) el consumo prolongado de contenidos breves.	Finalizado
Kim et al. [15]	Probar el efecto de un mecanismo de bloqueo en la disminución del uso del teléfono inteligente al utilizar diferentes niveles de restricción.	Se desarrolló una aplicación para dispositivos móviles, <i>GoalKeeper</i> , que vinculaba el dispositivo con límites diarios de tiempo de uso.	▪ <i>Android</i> ▪ Mecanismo de bloqueo de interacción, (ILM, por sus siglas en inglés: <i>Interaction Lockout Mechanism</i>)	Un grado moderado de ILM logró mantener a los usuarios motivados para seguir utilizando la aplicación de manera consistente.	Finalizado
Xu et al. [29]	Probar la integración de contenidos de mecanografía y autoafirmación en la reducción del uso del teléfono inteligente.	Se desarrolló una aplicación, <i>TypeOut</i> , que utilizaba un mecanismo de intervención “justo a tiempo”.	▪ <i>Android</i> ▪ <i>AWARE Framework</i>	Se encontró que la integración de contenidos de autoafirmación y mecanografía desalienta el 57.2% del uso de aplicaciones y reduce la frecuencia total de apertura de aplicaciones en un 26.8% y la duración del uso en un 25.4% en contraste con utilizar sólo uno de ellos. Además de incentivar el uso consciente del teléfono inteligente.	Finalizado

Autor	Problemática	Contribuciones	Tecnologías y/o técnicas	Resultados	Estado
Monge et al. [30]	Extraer patrones que representes fuertes correlaciones entre el contexto y las aplicaciones utilizadas que caracterizan las sesiones del teléfono inteligente.	Se desarrolló una aplicación, <i>Socialize</i> , diseñada para detectar los patrones de comportamiento del usuario.	▪ <i>Android</i> ▪ “Usos y Gratificaciones”	Los resultados mostraron que los recordatorios más eficaces fueron los que se activaron para evitar los hábitos sociales del teléfono inteligente, aunque tienen poco impacto en el uso de aplicaciones de comunicación.	Finalizado
Duro et al. [31]	Determinar el impacto de los mensajes motivacionales en dos grupos de usuarios: los que hacen ejercicio regularmente y los que no.	Subrayar la importancia de una presentación visual atractiva en los servicios de seguimiento de actividad física para incrementar la motivación de los usuarios.	Se utilizó una escala de medición específica (BREQ-3), se aplicó la teoría de la autodeterminación para entender la motivación, y se compararon los resultados con la investigación existente en el campo de la motivación y el ejercicio.	Se encontró que los mensajes que combinan texto y elementos visuales son útiles tanto para fortalecer la motivación en personas que ya hacen ejercicio como para impulsar a aquellos que no mantienen una rutina de actividad física.	Finalizado
Cauchard et al. [32]	Comprobar la efectividad de la retroalimentación táctil.	Reconocimiento de que las vibraciones táctiles se perciben como recompensas, lo que resalta la importancia de considerar aspectos psicológicos en el diseño de dispositivos de seguimiento de actividad física.	▪ Análisis cualitativo de datos	Se encontró que las vibraciones táctiles en dispositivos vestibles promueven la motivación de los usuarios a hacer ejercicio, en especial, en situaciones en las que no pueden mirar la pantalla de forma constante.	Finalizado

Autor	Problemática	Contribuciones	Tecnologías y/o técnicas	Resultados	Estado
Ren et al. [33]	Evaluar la efectividad del uso de dispositivos vestibles en combinación con una estrategia social para fomentar la actividad física en el entorno laboral.	El vínculo social entre compañeros de trabajo se aprovechó para desarrollar un seguimiento cooperativo de la aptitud física en el lugar de trabajo.	▪ Aplicación de seguimiento <i>Mi-fit</i> ▪ Dispositivo vestible para la monitorización de la actividad física <i>Mi-band</i>	Los resultados cualitativos indican que esta estrategia aumentó la conciencia de la importancia de la actividad física en el lugar de trabajo y facilitó la incorporación de pausas para mantenerse en forma en la rutina laboral.	Finalizado
Mohan et al. [34]	Diseñar un entrenador de salud inteligente que utiliza la adaptación de metas y la interacción continua para lograr este objetivo.	Se desarrolló una aplicación para iOS, <i>NutriWalking</i> , diseñada para entrenar a los usuarios de forma personalizada.	▪ iOS ▪ PostgreSQL	La capacidad de cuantificar la intensidad del ejercicio es fundamental para el diseño del algoritmo.	En fase de pruebas
Vargemidis et al. [35]	La precisión del recuento de pasos en los adultos mayores es menor que en los jóvenes.	En este estudio, se aplicó y se evaluó un clasificador de distancias mínimas para identificar automáticamente la modalidad de movimiento.	▪ Clasificador de distancias mínimas	Al utilizar este algoritmo se obtuvo como resultado una precisión de predicción superior al 82%.	Finalizado
Wong et al. [36]	Reconocer diferentes actividades físicas y detectar el nivel de estrés de larga duración basándose en las señales de aceleración en los 3 ejes y las señales fisiológicas.	Integrar el factor de la aceleración para para el reconocimiento de actividades físicas y la detección del estrés.	Algoritmos de aprendizaje automático: ▪ Red Neuronal Artificial ▪ Árbol de Decisión ▪ Vecinos más cercanos ▪ <i>Support Vector Machine</i> ▪ Regresión Logística	Árbol de Decisión fue el algoritmo que obtuvo el mejor rendimiento.	Finalizado

El estado de la práctica indica que el uso de teléfonos inteligentes se caracteriza predominantemente por la navegación pasiva y el uso por costumbre, lo que refleja una falta de autonomía y uso consciente. Esto subraya la necesidad de intervenciones personalizadas para fomentar un uso más deliberado y autodeterminado de estos dispositivos. Estudios como el de Lukoff et al. [26], utilizando la teoría de “Usos y Gratificaciones” y el muestreo de experiencias, confirman que el uso habitual a menudo surge de impulsos no intencionales, llevando a una pérdida de control por parte del usuario.

La investigación de Yfantidou et al. [27] destaca la superioridad de las intervenciones personalizadas en la promoción de la actividad física, considerando factores como la edad, género, ocupación, condición física y estado de salud. En contraste, las aplicaciones con funciones restrictivas y mecanismos coercitivos, como se observa en [15], generan frustración. El estudio [28] identifica tres patrones que llevan a un “uso arrepentido”: agotamiento del contenido, pérdida de la intención original y consumo prolongado de contenido breve.

Kim et al. [15] demuestran que un mecanismo de bloqueo de interacción moderado mantiene la motivación del usuario, mientras que una restricción fuerte causa frustración. La aplicación *TypeOut* [29], que integra mecanografía y autoafirmación, reduce eficazmente el uso excesivo.

Socialize [30], utiliza reglas de asociación y recordatorios “justo a tiempo”, lo que disminuyó significativamente el tiempo dedicado a hábitos considerados “sin sentido” (de 76.84 segundos a 48.15 segundos). La investigación de Duro et al. [31] resalta la importancia de la presentación del mensaje, con mensajes motivacionales en formato mixto (texto y visual) siendo los más efectivos.

La evidencia demuestra que el uso ineficaz de teléfonos inteligentes está vinculado a patrones de navegación pasiva. Las intervenciones personalizadas fomentan un uso más consciente y autodeterminado, mientras que las restricciones severas generan frustración. Estrategias como recordatorios oportunos y mensajes motivacionales mixtos han mostrado ser eficaces para reducir hábitos indeseables y promover la actividad física en los usuarios.

2.3 Propuesta de solución

A continuación, se describen los componentes que conforman la propuesta de solución de este proyecto, así como el proceso que lleva a cabo. De igual manera, se enumeran las tecnologías que se utilizarán y la justificación de la selección de los elementos para desarrollar la aplicación. Esta solución diseñó considerando los hallazgos de la investigación previa sobre intervenciones personalizadas y seguimiento de actividad física.

En la Figura 2.1 se muestra un esquema de los módulos que comprende la solución planteada y la relación entre ellos. La arquitectura modular permite una mayor flexibilidad y facilita la implementación de futuras mejoras basadas en el comportamiento y las necesidades del usuario.

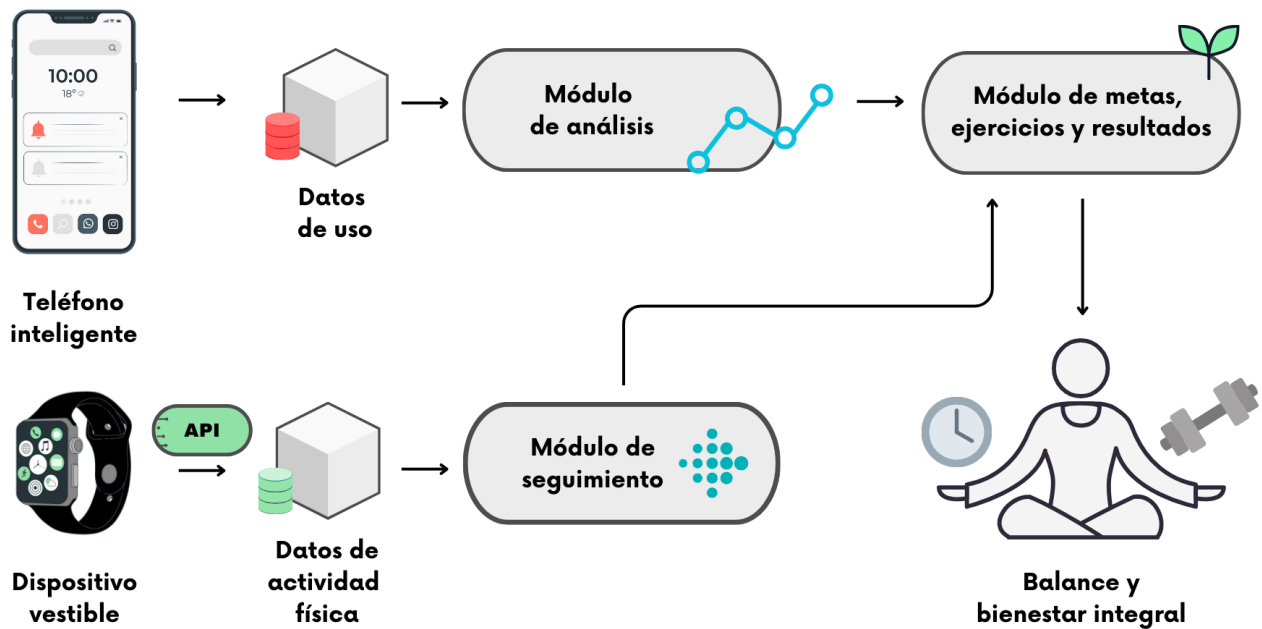


Figura 2.1 Diagrama general de la propuesta de solución

El proceso arranca con la *Configuración inicial* de la aplicación, en la que el usuario enlaza el dispositivo vestible con la aplicación y después de conceder los permisos necesarios determina su horario, metas y aplicaciones problemáticas. Esta fase es clave para definir una línea base personalizada que permitirá ajustar las intervenciones de manera efectiva.

La recopilación de datos de actividad física se lleva a cabo de forma simultánea con la recopilación de datos de uso del teléfono inteligente. Los datos del dispositivo vestible se obtienen a través del *Módulo de Seguimiento*. Mientras que el *Módulo de Análisis* se comunica con el *Módulo de Metas, Ejercicios y Resultados* para ejecutar las intervenciones correspondientes.

A continuación, se detallarán las responsabilidades de cada uno de los módulos:

- a. **Módulo de Seguimiento.** Se encargará de recopilar las actividades físicas registradas por el dispositivo vestible. Este módulo procesa datos en tiempo real como el ritmo cardíaco y períodos de actividad intensa o sedentaria.
- b. **Módulo de Análisis.** Es el módulo encargado de monitorear el tiempo de uso del teléfono inteligente. Este módulo implementará un algoritmo que analizará los datos recopilados para determinar el momento más adecuado para activar las intervenciones.
- c. **Módulo de Metas, Estrategias y Resultados.** Es el módulo encargado de almacenar los datos personales del usuario y de presentar el informe de tiempo de uso y actividad física. Este módulo es fundamental para la personalización de la experiencia del usuario, ya que integra la información recopilada para generar intervenciones más efectivas.

2.3.1 Justificación de la solución

Las tecnologías y herramientas que se utilizarán para desarrollar la solución se encuentran detalladas en la Tabla 2.2. La selección de estas tecnologías se fundamenta en su capacidad para abordar de manera efectiva los requisitos específicos del proyecto, así como en su flexibilidad, escalabilidad y facilidad de integración. Esta elección garantizará que la solución no solo sea funcional, sino también sostenible a largo plazo.

Tabla 2.2 Elementos de la solución propuesta

API	Marco de trabajo	Metodología
<i>Fitbit Web API</i>	<i>Flutter</i>	<i>Scrum</i>

Para dar seguimiento a los datos de actividad física se utilizará un dispositivo *Fitbit* ya que es una marca reconocida en el mercado de los dispositivos vestibles y ofrece una amplia variedad de métricas de actividad física; además, a través de su documentación muestra el mayor nivel de madurez en temas de sensores y calibración. La *API* de *Fitbit* proporciona acceso a datos detallados como frecuencia cardíaca, distancia recorrida, calorías quemadas y patrones de sueño, lo que permite un análisis integral de la actividad física del usuario.

Flutter como marco de trabajo permite crear aplicaciones nativas para *iOS* y *Android* con un solo código base, lo que reduce el tiempo y los costos de desarrollo. Además, es la única opción que dentro de su repositorio oficial ofrece una biblioteca para la conexión de dispositivos vestibles. *Flutter* también destaca por su rendimiento optimizado y su capacidad para crear interfaces de usuario atractivas y responsivas, características esenciales para mantener el compromiso del usuario con la aplicación.

Para dar seguimiento y gestionar el avance del proyecto se seleccionó *Scrum* ya que su naturaleza iterativa garantiza la generación de entregables lo que facilitaría la identificación de fallas o posibles mejoras a implementar.

La elección de *Fitbit Web API*, *Flutter* y *Scrum* ofrece una combinación de metodología ágil, desarrollo de aplicaciones móviles nativas de alta calidad y la integración de datos de actividad física en una aplicación móvil.

Capítulo 3 . Aplicación de la metodología

En este capítulo, se aborda el desarrollo de la solución propuesta mediante el seguimiento de la metodología *Scrum*, por lo que se presenta una descripción detallada de los avances logrados en cada iteración.

3.1 Análisis y diseño de la aplicación

En esta sección, se establece el perfil del usuario, se detallan las características fundamentales de la aplicación y se describen las estrategias propuestas por la literatura revisada en el Capítulo 2 para promover la automotivación, autoconciencia y autorregulación del usuario.

3.1.1 Perfil del usuario

El perfil de usuario de la aplicación está dirigido a una población específica que cumple con ciertos criterios predefinidos, caracterizados por:

- a) Utilizar el teléfono inteligente como su principal herramienta de comunicación y entretenimiento, lo que lleva al usuario a patrones de uso prolongado y dependiente.
- b) Ser conscientes de que el uso excesivo del dispositivo podría estar afectando su bienestar y, por tanto, estar abiertos a explorar formas de regular este hábito.
- c) Tener entre 20 y 70 años, grupo etario en el que se asume la capacidad de tomar decisiones informadas sobre su comportamiento y la iniciativa para implementar cambios que favorezcan el autocontrol y el bienestar.
- d) Presentar patrones de comportamiento sedentario, así como posibles problemas de sobrepeso u obesidad, aunque esta última condición no es estrictamente necesaria para utilizar la aplicación.

La aplicación se centra en la prevención y promoción de un estilo de vida saludable y activo, de acuerdo con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Estas recomendaciones, que abarcan a diferentes subgrupos de adultos, se adaptan dentro de la aplicación para ofrecer metas personalizadas y realistas en cuanto a la actividad física, ajustándose al nivel inicial de condición física del usuario, sus limitaciones de salud, y sus preferencias personales. De esta forma, la plataforma garantiza una progresión adecuada y segura hacia un estilo de vida más activo, ayudando a los usuarios a integrar hábitos saludables en su vida diaria de manera sostenible y efectiva. Los principales grupos de adultos que la OMS considera se presentan en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1 Recomendaciones según la OMS sobre actividad física

Grupo	Rango de edad	Minutos recomendados a la semana	Actividades
Adultos	18 a 64 años	75 a 300	Orientadas al fortalecimiento muscular, cuya intensidad vaya de moderada a elevada.
Personas mayores	A partir de 65 años	75 a 300	Variadas que den prioridad al equilibrio funcional y a un entrenamiento de fuerza de intensidad moderada.
Mujeres embarazadas y en puerperio	18 a 45 años	Mínimo 150	Aeróbicas y de fortalecimiento muscular. También es beneficioso añadir estiramientos moderados.
Personas con afecciones crónicas	A partir de 18 años	75 a 150	Pequeñas dosis de actividad física, para ir aumentando gradualmente su duración, frecuencia e intensidad.

3.1.2 Características de la aplicación

Esta aplicación se enfoca en tres aspectos clave: promover la actividad física, fomentar la conciencia personal para incorporar hábitos saludables y proporcionar salidas de emergencia cuando sea necesario. Uno de los pilares fundamentales es la motivación de los usuarios para participar en ejercicios de bajo impacto.

Para lograr este objetivo, la plataforma ofrece la posibilidad de crear rutinas personalizadas que guían al usuario durante la realización de sus ejercicios y proporcionan pistas visuales para facilitar la actividad física. Además, se incluye la opción de utilizar un dispositivo vestible, lo que permite monitorear la actividad física y llevar un registro del progreso.

La consistencia en la adopción de hábitos saludables es esencial para alcanzar resultados sostenibles. Por ello, la aplicación se enfoca en reorientar al usuario hacia sus objetivos, ofreciéndole tareas alternativas que fomentan su autocuidado. Se incorporaron recordatorios para mantener una adecuada hidratación y se sugieren ejercicios que estimulan la conexión del usuario con su entorno, como la práctica de la respiración consciente, fortaleciendo así tanto la actividad física como la salud mental.

La aplicación destaca por su enfoque en la conciencia del usuario y su capacidad para intervenir en patrones de comportamiento repetitivos. Se implementan notificaciones que ayudan al usuario a identificar y romper patrones no deseados, actuando como una “salida de emergencia” psicológica que interrumpe de manera oportuna el ciclo de consulta de contenidos breves.

La aplicación se esfuerza por no capturar en exceso la atención del usuario, adoptando un enfoque transparente y cuidadoso. Su objetivo principal es guiar al usuario hacia el mundo “real”, alejándolo de la dependencia del teléfono móvil y fomentando la autorregulación y el bienestar. En este sentido, se desarrollan intervenciones denominadas “pausas”, diseñadas para redirigir al usuario hacia hábitos de uso más saludables y conscientes.

3.1.3 Requisitos funcionales de la aplicación

Esta sección detalla los requisitos funcionales de la aplicación, que incluyen la configuración de metas personalizadas de actividad física, el monitoreo del tiempo de uso del dispositivo y la integración con la *API* de *Fitbit*. La aplicación también ofrecerá intervenciones para pausas, recordatorios para hidratarse y realizar ejercicios, y generará gráficas que mostrarán el progreso del usuario con relación a las metas establecidas.

Tabla 3.2 Requisitos funcionales - Sincronizar dispositivo Fitbit con la aplicación

ID	RF1
Nombre:	Sincronizar dispositivo vestible
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Alta
Descripción:	En la aplicación el usuario inicia sesión con su cuenta Fitbit, autoriza los permisos y se establece la conexión con el dispositivo vestible <i>Fitbit</i> para sincronizar los datos de actividad física del usuario.
Observación:	El usuario ingresa sus credenciales, el sistema las valida y realiza la sincronización con <i>Fitbit</i> de esta forma el usuario prosigue con la <i>Configuración inicial</i> .
Salidas:	Inicio de sesión y sincronización de datos.

Tabla 3.3 Requisitos funcionales - Configurar metas

ID	RF2
Nombre:	Configurar metas
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Media
Descripción:	El usuario podrá establecer y personalizar metas relacionadas con la actividad física y el uso del dispositivo (tiempo de pantalla).
Observación:	El sistema mostrará opciones para personalizar metas según las preferencias del usuario.
Salidas:	Metas personalizadas

Tabla 3.4 Requisitos funcionales - Monitorizar actividad

ID	RF3
Nombre:	Monitorizar actividad
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Alta
Descripción:	La aplicación registrará el tiempo de uso del teléfono y las aplicaciones más utilizadas, integrándose con la <i>API</i> de <i>Fitbit</i> para dar seguimiento a los Minutos en Zona Activa.
Observación:	El sistema recolectará datos de uso del dispositivo y de actividad física de <i>Fitbit</i> .
Salidas:	Reporte de uso y actividad física.

Tabla 3.5 Requisitos funcionales: Implementar intervenciones justo a tiempo

ID	RF4
Nombre:	Implementar intervenciones justo a tiempo
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Alta
Descripción:	El sistema implementará niveles de intervención (pausas) basados en el tiempo de uso del dispositivo, incluyendo mostrar la hora, ejercicios de respiración, preguntas de reorientación y ejercicios de estiramiento.
Observación:	Las intervenciones se activarán automáticamente tras un período determinado de uso del dispositivo.
Salidas:	Ejercicios de pausa, reflexión, reorientación y activación.

Tabla 3.6 Requisitos funcionales - Generar reportes

ID	RF5
Nombre:	Generar reportes
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Media
Descripción:	El módulo de reporte generará gráficas sobre el tiempo de uso del dispositivo, la actividad física y las metas alcanzadas.
Observación:	Las gráficas estarán disponibles para que el usuario visualice su progreso.
Salidas:	Gráficas de uso y actividad.

3.1.4 Requisitos no funcionales de la aplicación

Los requisitos no funcionales de este sistema se centran en aspectos que, aunque no están directamente relacionados con las funciones de la aplicación, influyen en su desempeño general. Se contempla el almacenamiento local de animaciones y una base de datos para gestionar el avance del usuario. Además, se priorizará un rendimiento eficiente en términos de velocidad y consumo moderado de batería. Por último, el sistema será compatible con plataformas iOS y Android, asegurando una amplia accesibilidad para los usuarios.

Tabla 3.7 Requisitos no funcionales - Usabilidad

ID	RN1
Nombre:	Usabilidad
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Media
Descripción:	La interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de navegar, asegurando una experiencia positiva.
Observación:	La aplicación proporcionará instrucciones claras y retroalimentación inmediata en las interacciones.
Salidas:	Interfaz intuitiva y fácil navegación.

Tabla 3.8 Requisitos no funcionales - Rendimiento

ID	RN2
Nombre:	Rendimiento
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Alta
Descripción:	La aplicación debe ser capaz de procesar y mostrar datos en tiempo real sin demoras significativas.
Observación:	El uso de recursos del dispositivo (CPU, memoria) debe ser optimizado para asegurar un rendimiento fluido.
Salidas:	Procesamiento y visualización en tiempo real.

Tabla 3.9 Compatibilidad

ID	RN3
Nombre:	Compatibilidad
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Alta
Descripción:	La aplicación debe ser compatible con una variedad de dispositivos móviles y versiones de sistema operativo.
Observación:	Debe funcionar correctamente con dispositivos vestibles de Fitbit.
Salidas:	Compatibilidad con múltiples dispositivos.

Tabla 3.10 Requisitos no funcionales - Seguridad

ID	RN4
Nombre:	Seguridad
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Media
Descripción:	La interfaz de usuario debe ser intuitiva y fácil de navegar, asegurando una experiencia positiva.
Observación:	La aplicación proporcionará instrucciones claras y retroalimentación inmediata en las interacciones.
Salidas:	Interfaz intuitiva y fácil navegación.

Tabla 3.11 Requisitos no funcionales - Escalabilidad

ID	RN5
Nombre:	Escalabilidad
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Alta
Descripción:	La aplicación debe ser capaz de procesar y mostrar datos en tiempo real sin demoras significativas.
Observación:	El uso de recursos del dispositivo (CPU, memoria) debe ser optimizado para asegurar un rendimiento fluido.
Salidas:	Procesamiento y visualización en tiempo real.

Tabla 3.12 Requisitos no funcionales - Almacenamiento local

ID	RN6
Nombre:	Almacenamiento local
Tipo:	Requisito
Prioridad:	Alta
Descripción:	La aplicación debe ser compatible con una variedad de dispositivos móviles y versiones de sistema operativo.
Observación:	Debe funcionar correctamente con dispositivos vestibles de Fitbit.
Salidas:	Compatibilidad con múltiples dispositivos.

3.1.5 Estrategias de intervención para promover la autorregulación del usuario

A partir de este punto, las intervenciones oportunas serán denominadas como “pausas”. Estas pausas representan un componente fundamental de la aplicación, ya que están diseñadas para redirigir al usuario hacia hábitos de uso del teléfono inteligente más saludables y conscientes.

Tabla 3.13 Pausas de intervención

Nivel	Pausa
0	Mostrar hora
1	Ejercicios de respiración
2	Ejercicios de atención visual
3	Preguntas de reorientación y priorización
4	Ejercicios de estiramiento progresivos
5	Ejercicios de activación progresivos

A continuación, se presenta una descripción de los diferentes niveles de las pausas de intervención enumerados en la Tabla 3.13.

- **Nivel 0 - Mostrar hora:** Esta intervención básica consiste en mostrar la hora actual de manera prominente en la pantalla. Su objetivo es crear conciencia temporal, lo que facilitará que el usuario reconozca cuánto tiempo ha transcurrido desde que comenzó a usar el dispositivo. Esta simple pero efectiva estrategia ayuda a romper patrones de uso automático.
- **Nivel 1 - Ejercicios de respiración:** Se presentan ejercicios de respiración guiada que promueven la calma y la atención plena.
- **Nivel 2 - Ejercicios de atención visual:** Estos ejercicios están diseñados para reducir la fatiga visual y promover la conciencia del entorno físico. Incluyen técnicas como enfocar objetos a diferentes distancias, realizar movimientos oculares específicos y parpadear conscientemente.

- **Nivel 3 - Preguntas de reorientación y priorización:** Se invita al usuario a reflexionar sobre el motivo por el cual tomó su celular, solicitándole que indique el propósito de su acción. Luego, se le pide que escriba esta información y se le pregunta si ya completó la tarea para la que empezó a usar el dispositivo. Si el usuario confirma que ya finalizó su actividad, se le sugiere que tome un vaso de agua, lo cual fomenta una práctica de autocuidado.
- **Nivel 4 - Ejercicios de estiramiento progresivos:** Se introducen rutinas cortas de estiramiento que pueden realizarse en cualquier lugar. Estos ejercicios se centran en áreas comúnmente afectadas por el uso prolongado del teléfono, como el cuello, la espalda y los hombros.
- **Nivel 5 - Ejercicios de activación progresivos:** Este nivel constituye la intervención más intensa e incluye ejercicios físicos ligeros, como marcha en el lugar, sentadillas simples y movimientos de brazos. Estos ejercicios no solo fomentan la actividad física, sino que también generan una interrupción significativa en el patrón de uso sedentario. Además, sirven como introducción a ejercicios de bajo impacto, permitiendo al usuario familiarizarse con el movimiento de su cuerpo.

Cada nivel de intervención se adapta a la duración del uso y proporciona recordatorios, ejercicios y pausas que promueven un uso más consciente y saludable de la tecnología.

La aplicación sigue varias pautas fundamentales. En primer lugar, cualquier pausa que ocurra durante el uso redirige al usuario a la pantalla de inicio. Además, se monitorea la actividad en el teléfono cada 20 minutos. Si el usuario utiliza el dispositivo durante un período prolongado, establecido inicialmente en 90 minutos y omitiendo interrupciones menores a 5 minutos, se desencadena la pausa correspondiente. Si esta pausa resulta ineficaz y el usuario continúa con el mismo comportamiento, se implementa una pausa de nivel superior en la siguiente revisión. Por otro lado, si el usuario logra abstenerse del uso del teléfono durante 60 minutos consecutivos, omitiendo interacciones menores a 5 minutos, se regresa al nivel de pausa inmediato anterior. Finalmente, el tiempo máximo permitido en pantalla, fijado en 90 minutos, disminuirá progresivamente conforme se apliquen estrategias específicas para controlar el uso.

Los beneficios esperados del sistema de pausas incluyen:

- Desarrollo gradual de la autorregulación en el uso del dispositivo.
- Incremento en la actividad física diaria.
- Mejora en la conciencia del tiempo dedicado al uso del teléfono.
- Reducción del comportamiento sedentario.
- Establecimiento de patrones más saludables de uso de la tecnología.
- Mejor balance entre el mundo digital y el físico.

3.1.6 Diseño de la arquitectura

La arquitectura de la aplicación móvil (Figura 3.1) se estructura en torno a cuatro módulos principales: *Reporte*, *Configuración*, *Estrategias* y *Monitor*. Los cuatro módulos principales están diseñados para trabajar de manera sinérgica, compartiendo datos y funcionalidades para ofrecer una experiencia de usuario coherente y efectiva. El flujo de información entre módulos se gestiona mediante un sistema de eventos y *callbacks*, garantizando la consistencia de los datos y la respuesta en tiempo real a las acciones del usuario.

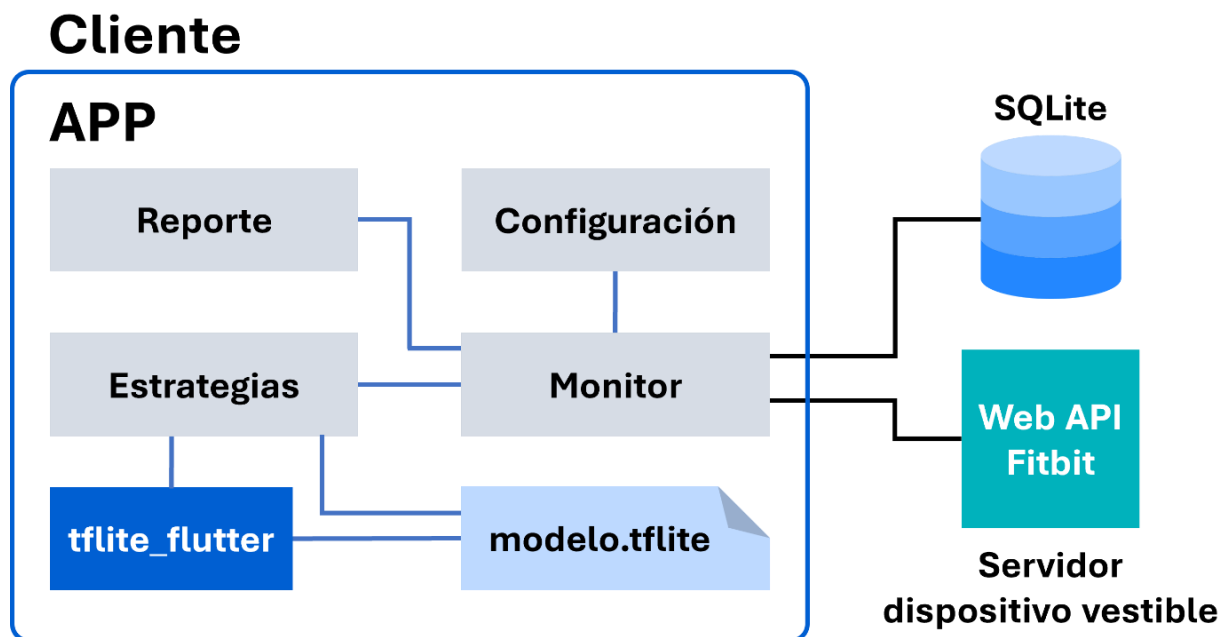


Figura 3.1 Esquema general de la arquitectura

Los componentes que integran la arquitectura del sistema se describen a continuación:

- **Reporte:** Este módulo incluye gráficas que detallan el tiempo que el usuario utilizó su teléfono inteligente, las cinco aplicaciones más usadas, sus horas de sueño y estadísticas sobre los minutos en zona activa.
- **Configuración:** Este apartado gestiona el inicio y fin del día, la personalización de rutinas de acompañamiento, así como el establecimiento y ajuste de metas.
- **Estrategias:** Aquí se encuentra un catálogo de estrategias organizadas en seis niveles, junto con un conjunto de ejercicios y estiramientos disponibles para el usuario.
- **Monitor:** Este módulo opera en segundo plano y rastrea el tiempo que el usuario pasa en el teléfono, las aplicaciones utilizadas y la actividad física, según los datos del dispositivo vestible (minutos en zona activa). Utilizando un modelo de predicción *TFLite*, el monitor determina si es necesario aplicar una estrategia de intervención y selecciona la más adecuada en caso afirmativo.

En términos de conectividad, la aplicación establece una interfaz con la *Web API* de *Fitbit*, facilitando la sincronización y el intercambio de datos de actividad física desde el dispositivo vestible. Esta integración es esencial para garantizar información actualizada, enriqueciendo así la experiencia del usuario.

En cuanto al almacenamiento local, se seleccionó *SQLite* como sistema de gestión de bases de datos debido a su ligereza, ya que se integra directamente con la aplicación y almacena la base de datos en un solo archivo pequeño. Este enfoque asegura una gestión eficaz y segura de la información a nivel local, lo cual es crucial para optimizar el rendimiento de la aplicación.

Además, la aplicación incorpora un modelo de aprendizaje automático mediante la biblioteca *TFLite* Flutter, lo que permite ejecutar inferencias de manera eficiente en dispositivos móviles. Las tecnologías seleccionadas no solo garantizan una conectividad eficiente y un almacenamiento local seguro, sino que también añaden una capa adicional de inteligencia a la aplicación, ampliando así sus funcionalidades y versatilidad.

3.2 Desarrollo de la aplicación

En el marco del desarrollo iterativo de la aplicación, se han definido épicas estratégicas que guiarán cada *sprint* hacia la consecución de objetivos específicos:

1° Sprint - Pruebas de concepto:

- Desarrollar la prueba de concepto para validar la integración de la aplicación con el dispositivo vestible.
- Desarrollar la prueba de concepto para verificar el funcionamiento del almacenamiento local utilizando SQLite.

2° Sprint - Análisis y casos de uso:

- Identificar y analizar casos de uso.
- Elaborar narrativas detalladas para guiar el desarrollo.

3° Sprint - Configuración de servicios base:

- Implementar la superposición de pantallas
- Configurar la ejecución de servicios en segundo plano

4° Sprint - Diseño e implementación de base de datos:

- Diseñar el esquema de la base de datos *SQLite*
- Crear estructura de datos inicial
- Implementar las operaciones *CRUD* básicas

5° Sprint - Prototipo de navegación:

- Realizar el prototipo de la navegación dentro de la aplicación.
- Implementar la estructura básica de la interfaz en *Flutter*.

6° Sprint - Aplicación de estrategias de intervención:

- Determinar las reglas para la aplicación de estrategias.
- Entrenar el modelo de predicción.

7° Sprint - Implementación de pantallas de intervención:

- Implementar las pantallas de las intervenciones que el usuario recibirá.
- Configurar la lógica para que las intervenciones se muestren de acuerdo con el modelo de predicción y las reglas establecidas en el *sprint* anterior.

8° Sprint - Edición de configuración inicial:

- Implementar la funcionalidad para que los usuarios modifiquen los parámetros de la configuración inicial, como horario activo, metas diarias, rutinas y condiciones.

9° Sprint - Implementación de gráficas:

- Desarrollar e integrar gráficas interactivas para mostrar: Aplicaciones más utilizadas, Minutos en pantalla, Minutos en zona activa y Horas de sueño.

10° Sprint - Estructura para la secuencia de ejercicios:

- Implementar la estructura que permita presentar al usuario una secuencia de ejercicios físicos, con instrucciones breves y temporización.

11° Sprint - Implementación de rutinas de acompañamiento diurno y nocturno:

- Configurar la lógica para que las rutinas de acompañamiento no interfieran con las intervenciones generales cuando están activas.

12° Sprint - Pruebas en otros dispositivos:

- Realizar pruebas de la aplicación en otros teléfonos inteligentes.
- Verificar la integración con otros tamaños de pantalla, ajustando la interfaz y la experiencia de usuario según sea necesario.

3.2.1 Iteraciones y avances

El desarrollo de la aplicación se organizó en una serie de *sprints*, cada uno con objetivos claramente definidos que abarcan desde pruebas de concepto hasta la implementación de funciones clave. A lo largo de esta sección, se describirán los avances alcanzados en cada *sprint*, destacando los hitos principales y el cumplimiento de las épicas establecidas.

3.2.1.1 Sprint 1: Pruebas de concepto

En este sprint se realizó una prueba de sincronización exitosa entre el dispositivo vestible y el teléfono inteligente utilizando la biblioteca *Fitbitter*. Para llevar a cabo esta prueba, fue necesario registrar la aplicación en el portal de desarrolladores de Fitbit (Figura 3.2), y así obtener los identificadores “*Client ID*” y “*Client Secret*”.

dev.fitbit.com

Hi aurea.dev@gmail.com | Log Out

OVERVIEW REGISTER AN APP MANAGE MY APPS

Edit the Application

* Required

Application Name *

Active Balance

Description *

Es una aplicación diseñada para interrumpir el comportamiento sedentario e inconsciente inducido por el uso del teléfono inteligente a través de pausas activas.

Application Website URL *

https://www.example.com/

Organization *

aurea

Organization Website URL *

https://www.myself.com/

Terms of Service URL *

https://www.myself.com/tos

Privacy Policy URL *

https://example.com/pp

OAuth 2.0 Application Type *

☒ Server ☐ Client ☐ Personal

Redirect URL *

aurea://fitbit/auth

Default Access Type *

☐ Read & Write ☒ Read Only

[+ Add a subscriber](#)

If your app is a [health research app](#) you are required to complete [this form](#).

Save **Cancel**

Visit Dev Forum

Read API Docs

Fitbit Logos
Download our logos and read trademark guidelines and terms of service

Download All

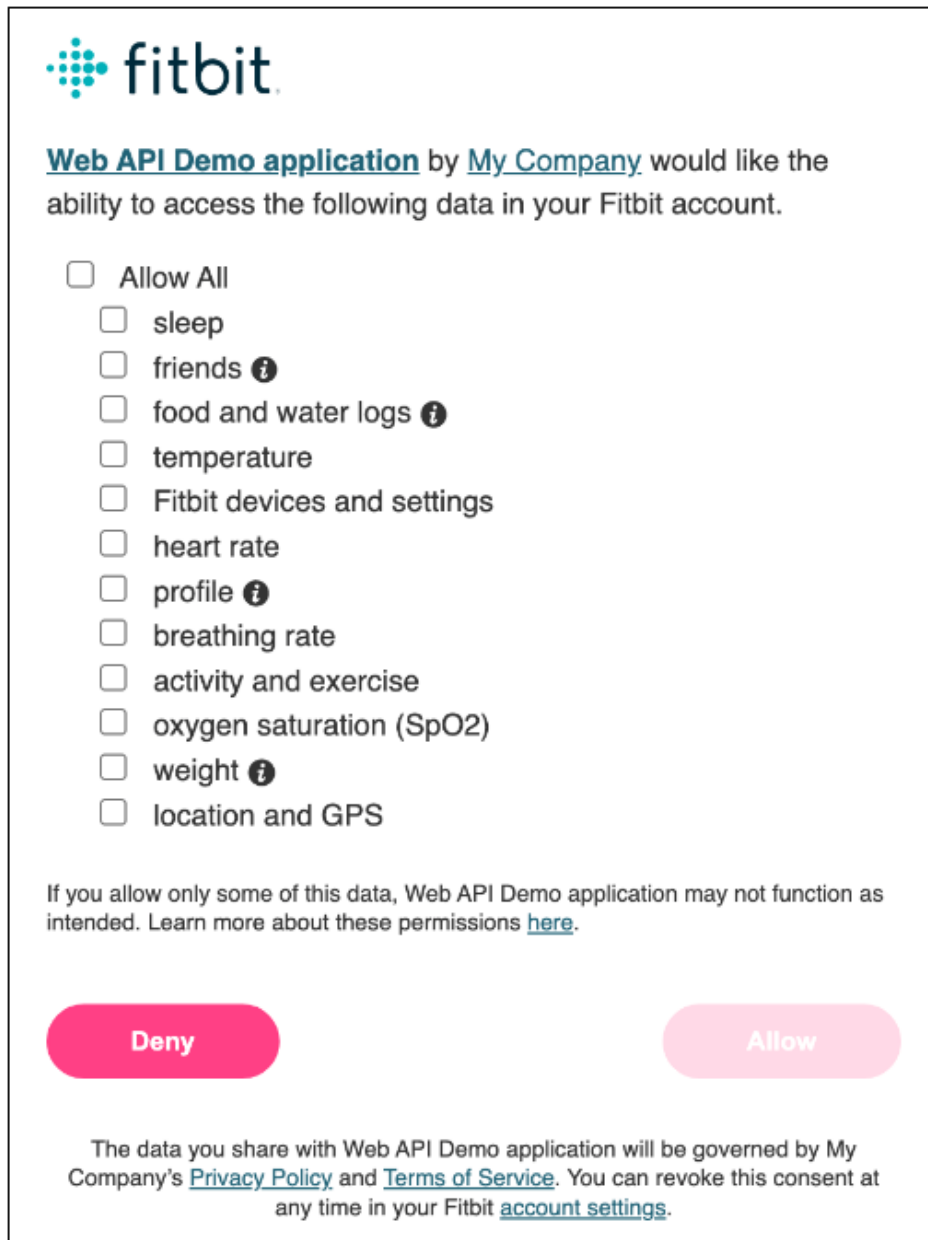
Get affiliated
Become a Fitbit Affiliate and make money from your users who buy a Fitbit.

Learn more

Figura 3.2 Formulario de registro

Para acceder a los datos de usuario de *Fitbit* de manera segura, *Fitbit* utiliza el marco de autorización OAuth 2.0. Este protocolo incluye varios pasos de autorización para proteger la privacidad del usuario, y *Fitbit* recomienda emplear el flujo de Autorización con Código de *PKCE* por ser uno de los más seguros.

El primer paso es solicitar permiso al usuario para acceder a sus datos. La aplicación redirige al usuario a una página de autorización de *Fitbit* (Figura 3.3), donde deberá iniciar sesión y aprobar los permisos de acceso (*scopes*) que la aplicación está solicitando, como acceso a datos de actividad, frecuencia cardíaca, sueño, etc.



The image shows a Fitbit authorization screen. At the top is the Fitbit logo. Below it, the text reads: "Web API Demo application by My Company would like the ability to access the following data in your Fitbit account." There is a list of permissions, each with an unchecked checkbox: "Allow All", "sleep", "friends" (with an info icon), "food and water logs" (with an info icon), "temperature", "Fitbit devices and settings", "heart rate", "profile" (with an info icon), "breathing rate", "activity and exercise", "oxygen saturation (SpO2)", "weight" (with an info icon), and "location and GPS". Below the list, a warning states: "If you allow only some of this data, Web API Demo application may not function as intended. Learn more about these permissions [here](#)." At the bottom are two buttons: a red "Deny" button and a light pink "Allow" button. Below the buttons, a disclaimer states: "The data you share with Web API Demo application will be governed by My Company's [Privacy Policy](#) and [Terms of Service](#). You can revoke this consent at any time in your Fitbit [account settings](#)."

fitbit

Web API Demo application by **My Company** would like the ability to access the following data in your Fitbit account.

- ☐ Allow All
 - ☐ sleep
 - ☐ friends ⓘ
 - ☐ food and water logs ⓘ
 - ☐ temperature
 - ☐ Fitbit devices and settings
 - ☐ heart rate
 - ☐ profile ⓘ
 - ☐ breathing rate
 - ☐ activity and exercise
 - ☐ oxygen saturation (SpO2)
 - ☐ weight ⓘ
 - ☐ location and GPS

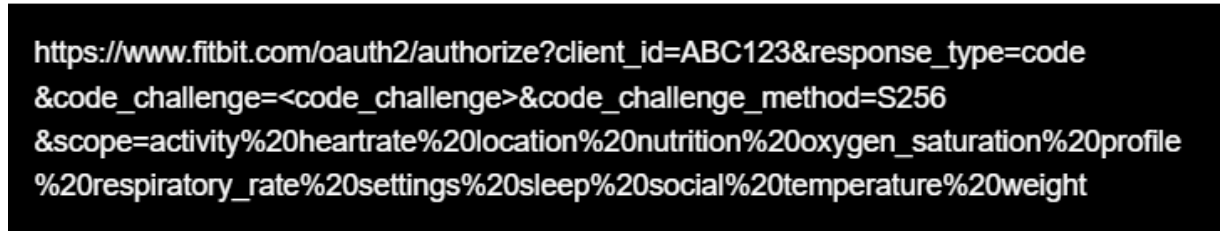
If you allow only some of this data, Web API Demo application may not function as intended. Learn more about these permissions [here](#).

Deny **Allow**

The data you share with Web API Demo application will be governed by My Company's [Privacy Policy](#) and [Terms of Service](#). You can revoke this consent at any time in your Fitbit [account settings](#).

Figura 3.3 Formulario de permisos

Para llegar a este formulario (Figura 3.3), es necesario que la aplicación solicitante genere la URL de autorización (Figura 3.4).



```
https://www.fitbit.com/oauth2/authorize?client_id=ABC123&response_type=code
&code_challenge=<code_challenge>&code_challenge_method=S256
&scope=activity%20heartrate%20location%20nutrition%20oxygen_saturation%20profile
%20respiratory_rate%20settings%20sleep%20social%20temperature%20weight
```

Figura 3.4 Ejemplo de la URL de autorización

Para garantizar mayor seguridad, se genera un código verificador aleatorio, que se transforma en un código de desafío utilizando el *hash SHA-256* y se codifica en *Base64URL* sin caracteres de relleno. Este código de desafío se emplea en el siguiente paso para asegurar la autenticidad de la solicitud.

Una vez que el usuario autoriza el acceso, *Fitbit* redirige a la aplicación a una URL que contiene un código de autorización como parámetro. Este código, que es temporal, permite obtener los *tokens* de acceso y de actualización. La aplicación envía el código de autorización junto con el código verificador a *Fitbit* mediante una solicitud *HTTP POST* a través de un *endpoint*. Si la aplicación es de tipo servidor será necesario incluir el *Client Secret* para validar la solicitud. *Fitbit* responde con un objeto *JSON* que incluye el *token* de acceso, el *token* de actualización, la duración del *token* de acceso, el ID del usuario y los ámbitos autorizados. El *token* de acceso se utiliza para consultar los datos del usuario, mientras que el *token* de actualización permite renovar el *token* de acceso sin que sea necesario que el usuario otorgue su autorización frecuentemente.

Este proceso se simplifica al utilizar la biblioteca *Fitbitter*, ya que facilita la interacción con la Web API de *Fitbit* al gestionar la autenticación y el flujo *OAuth 2.0* internamente. Como se observa en el Listado 3.1 en la siguiente página.

Listado 3.1 Proceso de autorización con *Fitbitter*

```

1 import 'package:fitbitter/fitbitter.dart';
2 import 'package:thesis_aurea/features/fitbit/constants/fitbit_constants.dart';
3 import 'package:thesis_aurea/features/fitbit/domain/token_manager.dart';
4
5 class FitbitAuth {
6   final TokenManager _tokenManager = TokenManager();
7   /// Obtiene credenciales válidas, ya sea recuperándolas del almacenamiento
8   /// o solicitando una nueva autorización
9   Future<FitbitCredentials?> getValidCredentials() async {
10    /// Intenta obtener tokens almacenados previamente
11    FitbitCredentials? credentials = await _tokenManager.getTokens();
12    /// Si no hay tokens almacenados, solicita una nueva autorización
13    if (credentials == null) {
14      return await _authorize();
15    }
16    try {
17      /// Intenta refrescar los tokens existentes
18      credentials = await _tokenManager.refreshTokens(
19        FitbitConstants.fitbitClientID,
20        FitbitConstants.fitbitClientSecret,
21      );
22      /// Si el refresh falla, solicita una nueva autorización
23      if (credentials == null) {
24        return await _authorize();
25      }
26    } catch (e) {
27      log('Error refreshing token: $e');
28      return await _authorize();
29    }
30    /// Retorna las credenciales válidas
31    return credentials;
32  }
33
34  Future<FitbitCredentials?> _authorize() async {
35    /// Lista de permisos solicitados
36    FitbitCredentials? fitbitCredentials = await FitbitConnector.authorize(
37      clientID: FitbitConstants.fitbitClientID,
38      clientSecret: FitbitConstants.fitbitClientSecret,
39      redirectUri: FitbitConstants.fitbitRedirectUri,
40      callbackUrlScheme: FitbitConstants.fitbitCallbackScheme,
41      scopeList: FitbitConstants.scopeList,
42    );
43    /// Si la autorización fue exitosa, guarda los tokens
44    if (fitbitCredentials != null) {
45      await _tokenManager.saveTokens(fitbitCredentials);
46    }
47    return fitbitCredentials;
48  }
49 }

```

Esto permite al desarrollador centrarse en acceder a los datos del dispositivo *Fitbit* sin tener que manejar los detalles técnicos de la autorización, haciendo que el flujo sea más directo y fácil de implementar. A través de *Fitbitter*, se pueden obtener datos de actividad física, como pasos, horas de sueño, frecuencia cardíaca y minutos en zona activa.

Asimismo, con el propósito de evaluar el rendimiento y la precisión en las mediciones del dispositivo vestible, se llevaron a cabo pruebas con cuatro participantes. En la primera prueba, todos los sujetos compartieron la misma cuenta como se observa en la Figura 3.5.

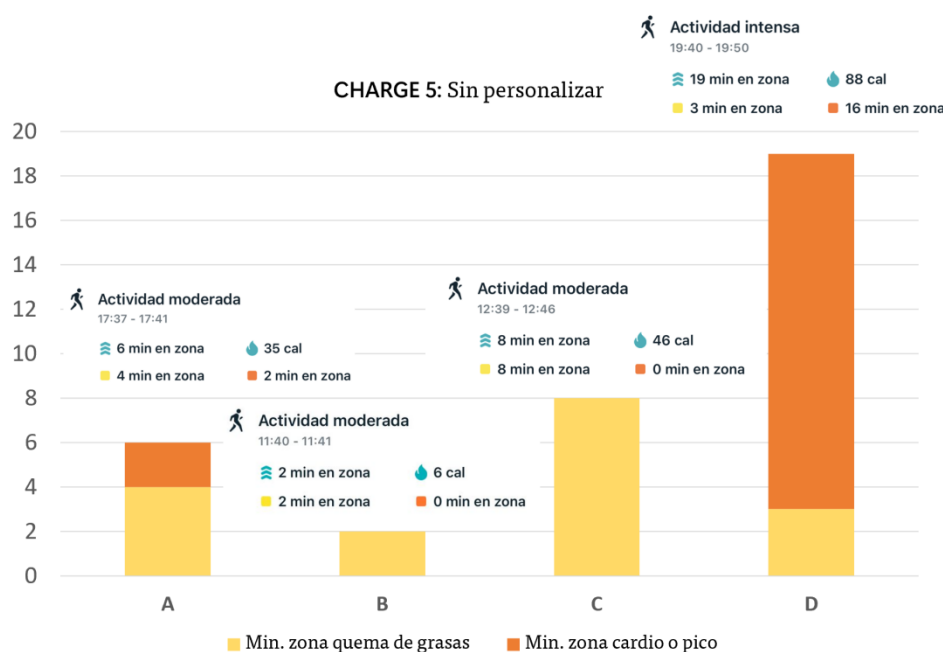


Figura 3.5 Mediciones del dispositivo vestible con cuenta no personalizada

En la Figura 3.6 se aprecian las características de cada sujeto.

SUJETO	A	B	C	D
Altura	156 cm	150 cm	150 cm	190 cm
Edad	64 años	58 años	33 años	32 años
Peso	62 Kg	61 Kg	77 Kg	105 Kg
Sexo	Mujer	Mujer	Mujer	Hombre
Sistema operativo	iOS	Android	iOS	Android
Actividades	Tai Chi, yoga y acondicionamiento físico	Caminata y senderismo	Ninguna	Básquetbol y caminatas diarias
Padecimientos	Histerectomía por cáncer en el endometrio e hígado graso	Histerectomía por cáncer en el endometrio y diabetes desde hace cinco años	Obesidad y ovario poliquístico	Sobrepeso

Figura 3.6 Perfil de los sujetos de prueba

En contraste, en la segunda prueba, cada participante utilizó una cuenta personalizada, ajustada según sus características individuales, como edad, sexo, peso y estatura, entre otras. Por lo que en la Figura 3.7 se observan las mediciones personalizadas.

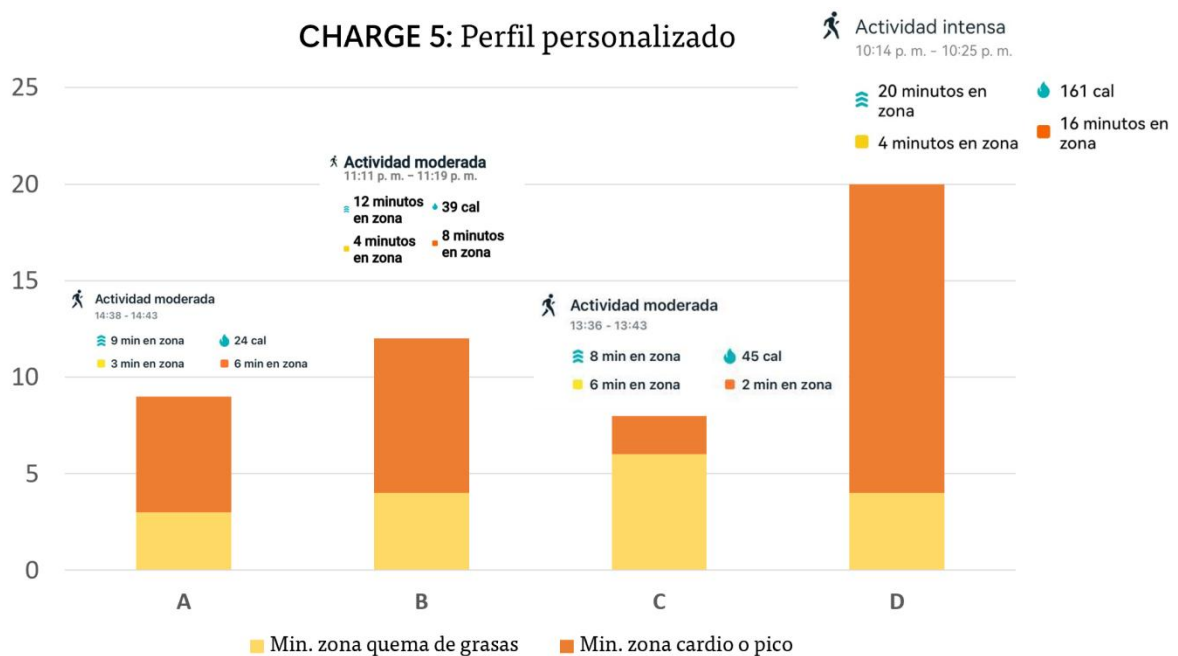


Figura 3.7 Mediciones del dispositivo vestible con cuentas personalizadas

Estas pruebas proporcionan una visión detallada del desempeño del dispositivo en diversas situaciones, tanto compartidas como personalizadas, permitiendo evaluar la consistencia y adaptabilidad de las mediciones a distintos perfiles de usuarios. A través de escenarios prácticos y simulaciones, se logra identificar cómo responde el sistema ante diferentes condiciones de uso, lo que resulta crucial para asegurar que la aplicación satisfaga las necesidades de una amplia gama de usuarios.

Adicionalmente, se realizó con éxito una prueba de viabilidad de *SQLite* como sistema de gestión de bases de datos y almacenamiento local. Su integración directa con la aplicación garantiza un rendimiento óptimo en términos de almacenamiento local, facilitando la recuperación y gestión eficiente de dato.

3.2.1.2 Sprint 2: Análisis, casos de uso y narrativas

En esta iteración, se realizó un análisis detallado de los casos de uso (Figura 3.8), así como de la narrativa de la aplicación, definiendo así su funcionalidad principal. Este enfoque permitió identificar las interacciones clave del usuario con la aplicación, así como los objetivos que se espera lograr en cada etapa del uso.

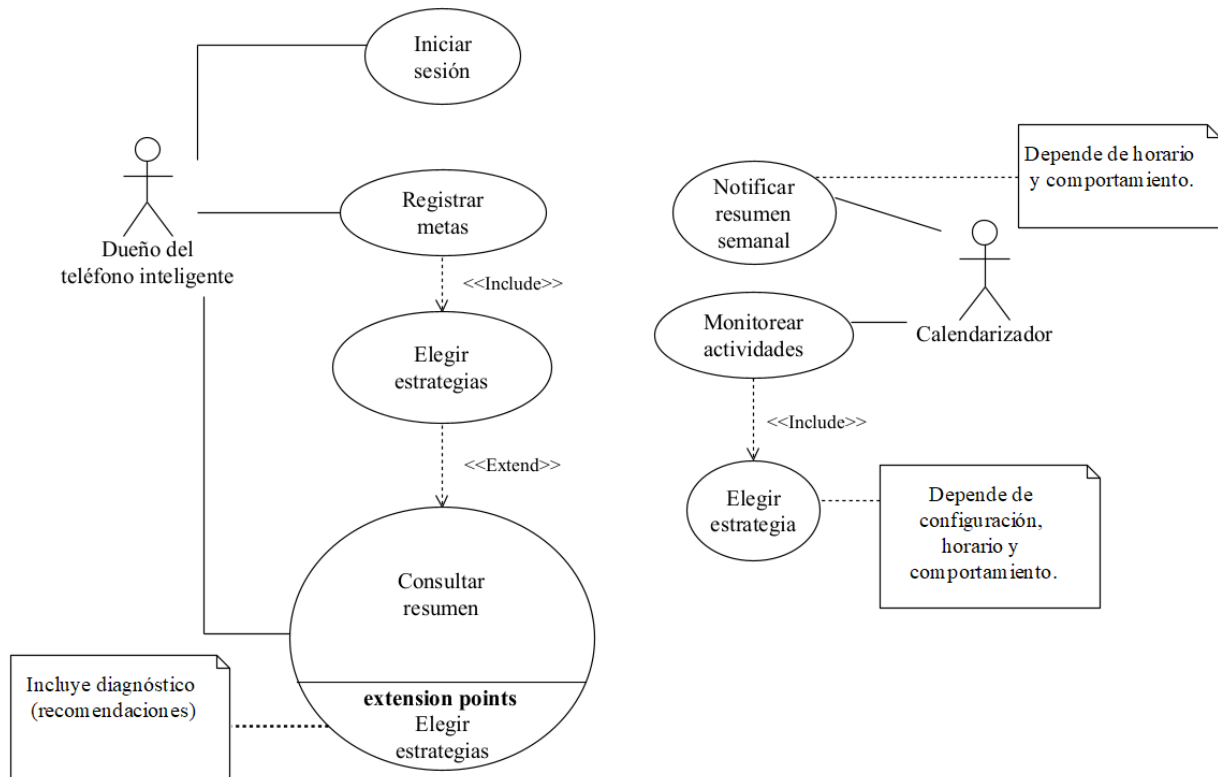


Figura 3.8 Diagrama de Casos de Uso

Se identificaron dos actores clave en el sistema. El primero es el *Dueño del teléfono inteligente*, cuyas responsabilidades incluyen iniciar sesión en la aplicación, registrar metas, elegir estrategias de intervención y consultar el resumen de su progreso. Este usuario tiene el poder de personalizar su experiencia y ajustar sus metas según sus necesidades individuales. Por otro lado, el segundo actor, denominado *Calendarizador*, se encarga de monitorear las actividades realizadas tanto en el teléfono inteligente como las detectadas por el dispositivo vestible, y elegir qué nivel de intervención se aplicará.

3.2.1.2.1 Iniciar sesión

Este caso de uso se centra en la configuración inicial de la aplicación realizada por el usuario.

Precondiciones:

- La aplicación debe estar instalada en el teléfono inteligente del usuario.
- El usuario debe contar con un dispositivo vestible de la marca *Fitbit* y una cuenta.

Postcondiciones:

- Permisos autorizados.
- Horario de vigilia y de descanso definidos.
- Cuenta de *Fitbit* enlazada a la aplicación.

Curso principal:

- a. Leer la explicación del funcionamiento y objetivos de la aplicación.
- b. Autorizar permisos para el correcto funcionamiento de la aplicación.
- c. Conectar el dispositivo vestible con la aplicación.

Excepciones:

En caso de problemas durante la conexión del dispositivo, se brinda orientación al usuario para solucionar los inconvenientes.

Notas:

- La configuración inicial es crucial para personalizar la experiencia del usuario.
- La aplicación guía al usuario de manera amigable a través de cada paso del proceso.
- Se asegura la conexión con el dispositivo para obtener datos de actividad física.

3.2.1.2.2 Registrar metas

En este caso de uso el usuario define sus metas diarias y establece las aplicaciones problemáticas y las rutinas de acompañamiento.

Precondiciones:

- Configuración inicial realizada.

Postcondiciones:

- Metas registradas.
- Rutinas de acompañamiento activadas.

Curso principal:

- a. Definir metas diarias: i) Máximo número de minutos en pantalla, ii) Número de pasos y iii) Minutos en zona activa.
- b. Seleccionar las aplicaciones problemáticas identificadas por el usuario.
- c. Activar las rutinas de acompañamiento que el usuario desee.

Notas:

- La configuración inicial es una precondition para garantizar la personalización adecuada de las metas y rutinas.
- Las rutinas de acompañamiento apoyan al usuario en alcanzar sus metas diarias.

3.2.1.2.3 Consultar resumen

Este caso de uso permite al usuario revisar su avance de los últimos 7 días a través de indicadores visuales.

Precondiciones:

- Información suficiente para realizar resumen.

Postcondiciones:

- Gráfica circular de las cinco aplicaciones más utilizadas.
- Gráficas de barras de horas en pantalla, minutos en zona activa y horas de sueño de los últimos 7 días.

Curso principal:

- a. Acceder a la función de “Consultar resumen”.
- b. Mostrar indicadores visuales relativos al avance del usuario en relación con sus metas.

Notas:

- La información presentada motiva al usuario a mejorar sus prácticas diarias.

3.2.1.2.5 Monitorear actividades

Este caso de uso se encarga de registrar y analizar la actividad del usuario, incluyendo los minutos en pantalla, la actividad física y las horas de sueño. Este seguimiento involucra la conexión con el dispositivo vestible. También se contemplan cursos alternos para manejar situaciones específicas.

Precondiciones:

- El usuario realizó la configuración inicial.
- Existe al menos una meta registrada.

Postcondiciones:

- Minutos en pantalla analizados.

Curso principal:

- a. Obtener minutos en pantalla del sistema operativo.
- b. Obtener minutos por aplicación problemática del sistema operativo.
- c. Calcular minutos en pantalla en el intervalo.
- d. Calcular minutos en pantalla por aplicación problemática en intervalo.
- e. Conectar *Fitbit*, si no hay respuesta, ver *Curso alterno 1*.
- f. Obtener minutos de actividad, pasos y horas de sueño.
- g. Guardar minutos de pantalla en el intervalo.
- h. Ver Caso de uso: *Elegir Estrategia*.
- i. Si es el inicio del día, ver *Curso Alterno 2*.

Curso alterno 1:

- a. Notificar al usuario si no hay conexión con el dispositivo vestible durante más de 4 horas, siempre que no esté en su periodo de descanso.
- b. Regresar al punto *f* del curso principal.

Curso alterno 2:

- a. Almacenar minutos en pantalla del día anterior.
- b. Almacenar minutos en pantalla por aplicación problemática del día anterior.
- c. Almacenar minutos de actividad, horas de sueño del día anterior.
- d. Reiniciar la bandera de “primera vez”.
- e. Regresar al punto *h* del curso principal.

Excepciones:

Si no hay respuesta al intentar conectar con dispositivo vestible, se ejecuta *Curso Alterno 1*.

Notas:

- El caso de uso puede ser desencadenado varias veces durante el día, dependiendo de las interacciones del usuario y los eventos relevantes.

3.2.1.2.6 Elegir estrategia

Este caso de uso se centra en aplicar un modelo de predicción basado en variables específicas para determinar la necesidad de intervenir. Si el modelo indica que es necesario, se implementará la estrategia correspondiente.

Curso principal:

- Recopilar los datos relevantes del usuario, como patrones de actividad, hábitos de pantalla y logros de metas.
- Evaluar la necesidad de intervención basándose en las variables recopiladas.
- Aplicar la estrategia correspondiente de si el modelo lo indica.

Excepciones:

Si no hay datos suficientes para realizar una predicción precisa por defecto no se aplicará ninguna estrategia.

Notas:

- La selección de estrategia se basa en un enfoque proactivo, utilizando la predicción para anticipar necesidades y proporcionar intervenciones oportunas.
- La transparencia en la lógica de predicción y la comunicación con el usuario son aspectos esenciales para fortalecer la confianza en la aplicación.
- La flexibilidad del modelo de predicción permite adaptarse a la evolución de los hábitos del usuario y a nuevas variables relevantes.

3.2.1.3 Sprint 3: Configuración de servicios base

En este sprint, se abordó la implementación de los servicios necesarios para el seguimiento del tiempo en pantalla y la ejecución de las pantallas de intervención en la aplicación.

Para ello, se utilizó la biblioteca *app_usage*, a través de la cual se obtiene el tiempo que los usuarios pasan en diferentes aplicaciones, aunque su funcionalidad está limitada a dispositivos *Android*. Además, se incorporó *workmanager* para gestionar trabajos programados en segundo plano, facilitando la ejecución eficiente de tareas de larga duración.

Para gestionar las tareas en segundo plano, se implementó *flutter_background_service*, ya que dota a la aplicación de la capacidad de ejecutar tareas críticas incluso cuando no está activa en primer plano. Asimismo, para mostrar las pantallas de intervención en momentos específicos se utilizó *android_alarm_manager_plus* en combinación con *flutter_overlay_window*.

La biblioteca *app_usage* permite acceder a las estadísticas de uso de las aplicaciones en Android, por lo que es posible obtener los minutos de tiempo de pantalla. Entre las constantes definidas en esta biblioteca, se encuentra *INTERVAL_BEST*, la cual devuelve el intervalo de tiempo más adecuado para una consulta de estadísticas, lo que significa que optimiza la precisión de los datos devueltos dentro de un rango temporal. El resultado es una lista de objetos *AppUsageInfo*. Cada objeto proporciona detalles como el nombre de la aplicación, el nombre del paquete, el tiempo total utilizado en el intervalo especificado, y las fechas de inicio y fin del uso.

En el Listado 3.2 se observa el código que se encarga de obtener las estadísticas de uso de aplicaciones en un dispositivo *Android*, procesarlas y organizarlas en un mapa para un acceso más fácil y estructurado.

Listado 3.2 Método para obtener las estadísticas de uso en Android

```

1  Future<List<AppUsageInfo>> getUsageStats() async {
2      try {
3          DateTime startDate =
4              DateTime(endDate.year, endDate.month, endDate.day, 0, 0, 0);
5          List<AppUsageInfo> usageStats =
6              await AppUsage().getAppUsage(startDate, endDate);
7          return usageStats;
8      } on AppUsageException catch (exception) {
9          ExceptionUtils.handleAppUsageException(exception);
10         return [];
11     }
12 }
13
14 Map<String, AppUsageInfo> mapUsageStats(List<AppUsageInfo> usageStats) {
15     return {for (var stat in usageStats) stat.packageName: stat};
16 }

```

El método *getUsageStats* se encarga de obtener los datos y manejar excepciones, mientras que *mapUsageStats* organiza esos datos en un formato de mapa en el cual cada objeto se observa como en el Listado 3.3.

Listado 3.3 Ejemplo de objeto `AppUsageInfo`

```
-----
Package Name: com.instagram.android
App Name: Instagram
Usage Duration: 30 minutes
Start Date: 2024-11-03 12:00:00.000
End Date: 2024-11-03 13:00:00.000
Last Foreground: 2024-11-03 12:40:00.000
-----
```

En contraste, *iOS* ofrece una funcionalidad similar, pero con restricciones significativas en cuanto a privacidad y acceso a datos. A partir de la versión 15.0, la funcionalidad *DeviceActivity* permite establecer límites de tiempo de uso para las aplicaciones. Sin embargo, a diferencia de *app_usage*, *DeviceActivity* no proporciona acceso detallado al tiempo de pantalla de las aplicaciones. Solo permite alertar a los usuarios antes de que comience o termine una actividad, así como notificarles cuando se alcanza un umbral predefinido de tiempo en aplicaciones o sitios web. Esta limitación reduce su utilidad en modelos de aprendizaje automático que requieren datos precisos y continuos sobre la actividad del usuario.

Las bibliotecas *flutter_background_service* y *workmanager* pueden integrarse eficazmente en *Android* para proporcionar una solución robusta para la ejecución de tareas en segundo plano en aplicaciones *Flutter*. La biblioteca *flutter_background_service* permite ejecutar código *Dart* en segundo plano, lo que es esencial para tareas que requieren actualizaciones en tiempo real, como recibir datos desde un servidor o monitorear actividades del usuario. A través de la configuración de servicios en primer plano, esta biblioteca asegura que las tareas continúen ejecutándose incluso cuando la aplicación no está activa, optimizando el uso de recursos y priorizando el rendimiento del servicio.

Por otro lado, *workmanager* permite la programación de tareas periódicas que se ejecutan en intervalos regulares, facilitando la obtención de datos y la ejecución de procesos que no requieren atención constante. Utiliza un *callbackDispatcher* para manejar la lógica de estas tareas, permitiendo que se realicen de manera asíncrona y se gestionen los resultados. Esta biblioteca también permite establecer restricciones sobre las condiciones de ejecución, como el tipo de conexión a Internet y el estado de la batería, asegurando que las tareas se lleven a cabo de manera eficiente y sin agotar los recursos del dispositivo.

En contraste, en *iOS*, ambas bibliotecas enfrentan limitaciones significativas. La biblioteca *flutter_background_service* tiene restricciones severas en su funcionalidad, ya que *iOS* no permite la ejecución de servicios de larga duración como lo hace *Android*. Esto implica que las tareas en segundo plano deben ser configuradas de manera que se ajusten a las políticas de *iOS*, limitando la capacidad de ejecutar procesos continuos en segundo plano.

Por otro lado, *workmanager* también está sujeto a las limitaciones de *iOS*, donde las tareas periódicas pueden no ejecutarse con la misma frecuencia que en *Android*. Además, *iOS* impone restricciones sobre el tiempo que las aplicaciones pueden ejecutarse en segundo plano y sobre el acceso a ciertos datos, lo que dificulta la implementación de funcionalidades que requieren actualizaciones en tiempo real.

Debido a las restricciones que presenta *iOS* en el manejo de tareas en segundo plano y el acceso a los datos de tiempo de pantalla, se decidió limitar el desarrollo de la aplicación a dispositivos que utilicen el sistema operativo *Android*.

Las bibliotecas *android_alarm_manager_plus* y *flutter_overlay_window* se utilizan en conjunto para presentar pantallas de intervención en momentos oportunos. La primera programa alarmas que activan la función *alarmCallback*, la cual dispara la superposición de pantalla, es así que una notificación cubre toda la pantalla lo que impide que el usuario continúe con el uso inconsciente del dispositivo.

3.2.1.4 Sprint 4: Diseño e implementación de base de datos

En este *sprint*, se diseñó e implementó la base de datos para la aplicación. Se elaboró un diagrama de entidad-relación (ER) que ilustra las relaciones entre las entidades (Figura 3.9).

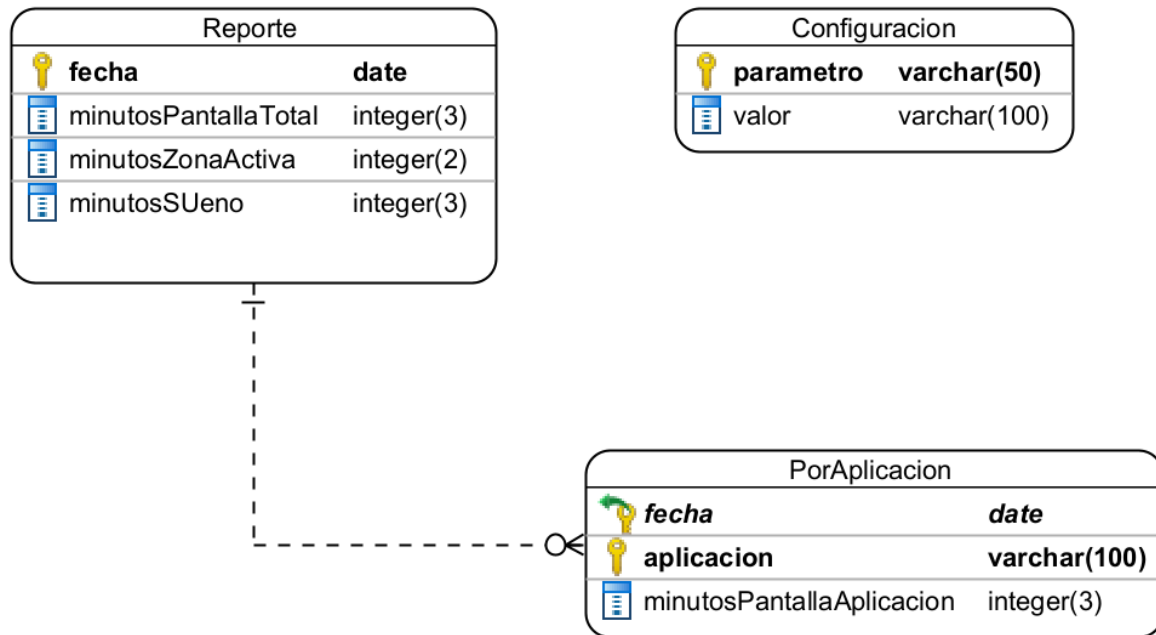


Figura 3.9 Diagrama de base de datos de la aplicación

A continuación, se presentan las entidades y sus campos, junto con un diccionario de datos que describe cada tabla y campo. Esta información permite una mejor comprensión y mantenimiento de la base de datos.

Tabla 3.14 Diccionario de datos - Reporte

Campo	Llave primaria	Tipo	Tamaño	Obligatorio	Descripción
fecha	Sí	Date		Sí	Fecha de registro de la actividad.
minutosPantallaTotal	No	Integer	3	Sí	Tiempo de pantalla por día.
minutosZonaActiva	No	Integer	2	No	Minutos en Zona Activa reportados por el dispositivo vestible.
minutosSueno	No	Integer	3	No	Minutos de sueño registrados.

Tabla 3.15 Diccionario de datos - Por aplicación

Campo	Llave primaria	Tipo	Tamaño	Obligatorio	Descripción
fecha	Sí	Date		Sí	Fecha de registro.
aplicacion	No	Varchar	100	Sí	Nombre del paquete de la aplicación.
minutosPantallaAplicacion	No	Integer	3	Sí	Minutos que la aplicación estuvo en primer plano.

Tabla 3.16 Diccionario de datos - Configuración

Campo	Llave primaria	Tipo	Tamaño	Obligatorio	Descripción
parametro	Sí	Varchar	50	Sí	Nombre del parámetro
valor	No	Varchar	100	Sí	Valor definido por el usuario.

3.2.1.5 Sprint 5: Prototipo de navegación

En esta iteración se diseñaron las pantallas correspondientes a los casos de uso: *Iniciar sesión*, *Registrar metas* y *Consultar resumen*. Este enfoque, guiado por las narrativas de casos de uso, apunta directamente a la materialización de una interfaz de usuario que refleje de manera precisa y efectiva los procesos operativos y los objetivos de la aplicación. Cada pantalla se creó considerando la experiencia del usuario, asegurando que las interacciones sean intuitivas y fluidas. Esto contribuye a mejorar la satisfacción del usuario final y a facilitar el cumplimiento de sus metas.

En la Figura 3.10 se ofrece una representación visual del proceso de “Configuración Inicial”. Esta figura ilustra las etapas necesarias para establecer la aplicación y personalizarla según las preferencias del usuario. Mientras que en la Figura 3.11 se presentan las pantallas correspondientes a “Registrar metas”, mostrando cómo los usuarios pueden establecer y gestionar sus objetivos de manera sencilla. Finalmente, en la Figura 3.12 se muestran el prototipo para el “Resumen semanal”, que proporciona una visión clara y concisa del progreso alcanzado en el cumplimiento de las metas establecidas.



Figura 3.10 Configuración inicial

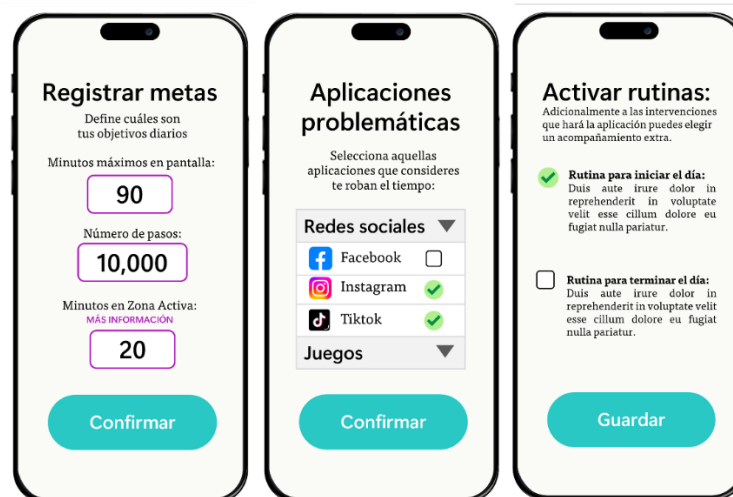


Figura 3.11 Registrar metas



Figura 3.12 Resumen semanal

3.2.1.6 Sprint 6: Aplicación de estrategias de intervención

Para comprender cuándo será necesario aplicar una estrategia de intervención fue necesario desarrollar el algoritmo de la Figura 3.13.

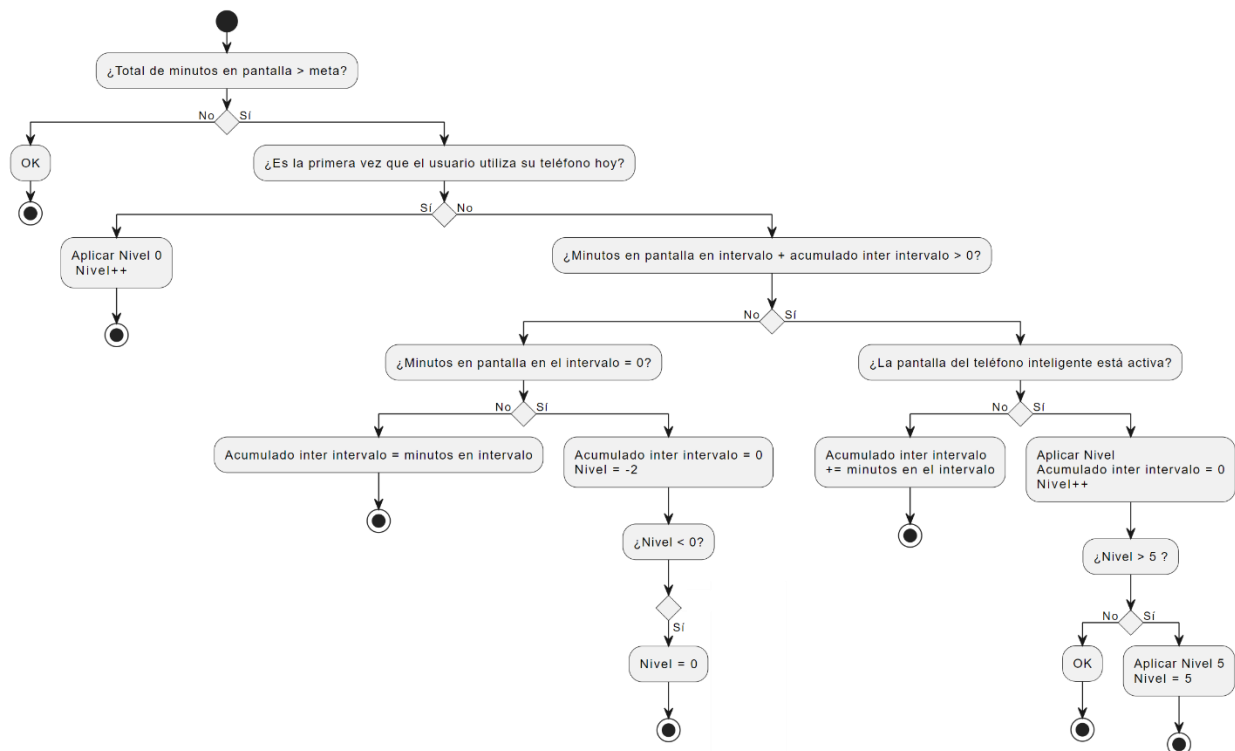


Figura 3.13 Algoritmo para la aplicación de las estrategias de intervención

A través de este algoritmo se identificaron las variables fundamentales para la concepción del modelo predictivo. Lo cual dio resultado en cuatro variables booleanas y dos variables numéricas: 1) *primera_vez*, indicando si el usuario inicia su interacción diaria con el dispositivo; 2) *min_intervalo_igual_0*, que verifica la ausencia de minutos en pantalla en el intervalo considerado; 3) *min_intervalo_mayor_10*, señalando si los minutos en pantalla superan el umbral de 10 minutos; y 4) *pantalla_activa*, la cual indica si el usuario está haciendo uso del dispositivo móvil en el intervalo actual; 5) *min_inter_intervalo*, la cual cuantifica el acumulado del intervalo actual con el inmediato anterior, esta variable se discretizó en rangos de 0 a 9 minutos, de 10 a 19 minutos, de 20 a 29 minutos, y 30 minutos o más. Por último, la variable 6) *nivel_actual* categoriza los diferentes niveles de intervención, numerados del 0 al 5 y se asigna el valor de -1 cuando no se ha aplicado ningún nivel de intervención. Este conjunto de variables proporciona una base para la formulación y entrenamiento del modelo predictivo, capturando diversas condiciones y estados inherentes al uso del teléfono por parte del usuario.

Una vez identificadas las variables esenciales en la concepción del modelo predictivo, se realizaron las combinaciones pertinentes y se evaluó el rendimiento mediante el uso de *Weka*, donde se destacó la eficacia del algoritmo *RandomTree*. Posteriormente, para integrar este modelo en la aplicación de *Flutter*, fue necesario utilizar un modelo en formato tflite por lo que fue necesario adaptar el modelo creado en *Weka* a las redes neuronales de *TensorFlow* utilizando la clase *keras.Sequential*. Mediante esta clase, es posible crear un modelo secuencial y agregar capas de manera incremental, estableciendo la conexión entre ellas de forma secuencial y lógica.

En esta iteración, se culminó de manera exitosa la identificación de variables, la formulación del modelo y la transición hacia su implementación en *TensorFlow Lite*. Esta integración facilita la incorporación de inteligencia predictiva en el núcleo de la aplicación móvil, posibilitando la ejecución del modelo de forma local. Este enfoque evita que el usuario deba consumir datos para conectarse a un servidor externo encargado de realizar predicciones. Dado que los intervalos son de 20 minutos, la eficiencia en el uso de datos resulta esencial.

3.2.1.7 Sprint 7: Monitor y pantallas de intervención

En esta iteración, se implementaron las pantallas que presentan al usuario seis niveles de intervención, cuyo objetivo principal es fomentar un uso más consciente del tiempo en el teléfono inteligente. Estas intervenciones se activan según el modelo de predicción desarrollado en el *sprint* anterior, que emplea reglas específicas para determinar el momento y nivel de intervención más adecuado para cada situación.

A continuación, se describen los seis niveles de intervención, acompañados de sus representaciones visuales correspondientes:

0. **Mostrar hora:** Proporciona una interfaz simple que muestra únicamente la hora actual, ayudando al usuario a tomar consciencia del tiempo sin distracciones adicionales. Figura 3.14 (primera imagen).
1. **Ejercicios de respiración:** Guía al usuario a realizar ejercicios de respiración controlada, con instrucciones y animaciones que facilitan la relajación y el enfoque. Figura 3.14(segunda imagen).
2. **Ejercicios de atención visual:** Presenta actividades enfocadas en mejorar la atención visual, como seguir un objeto en la pantalla, para relajar los ojos y mejorar el enfoque. Figura 3.14 (tercera imagen).
3. **Preguntas de reorientación y priorización:** Se solicita al usuario escribir el motivo por el cual tomó su teléfono inteligente, promoviendo un uso más intencional y consciente del dispositivo Figura 3.15 (primera y segunda imagen).
4. **Ejercicios de estiramiento progresivos:** Propone estiramientos graduales que alivian tensiones musculares.
5. **Ejercicios de activación progresivos:** Sugiere ejercicios físicos para activar el cuerpo de forma gradual, ayudando a contrarrestar la fatiga tras periodos de inactividad. Figura 3.15 (tercera imagen).

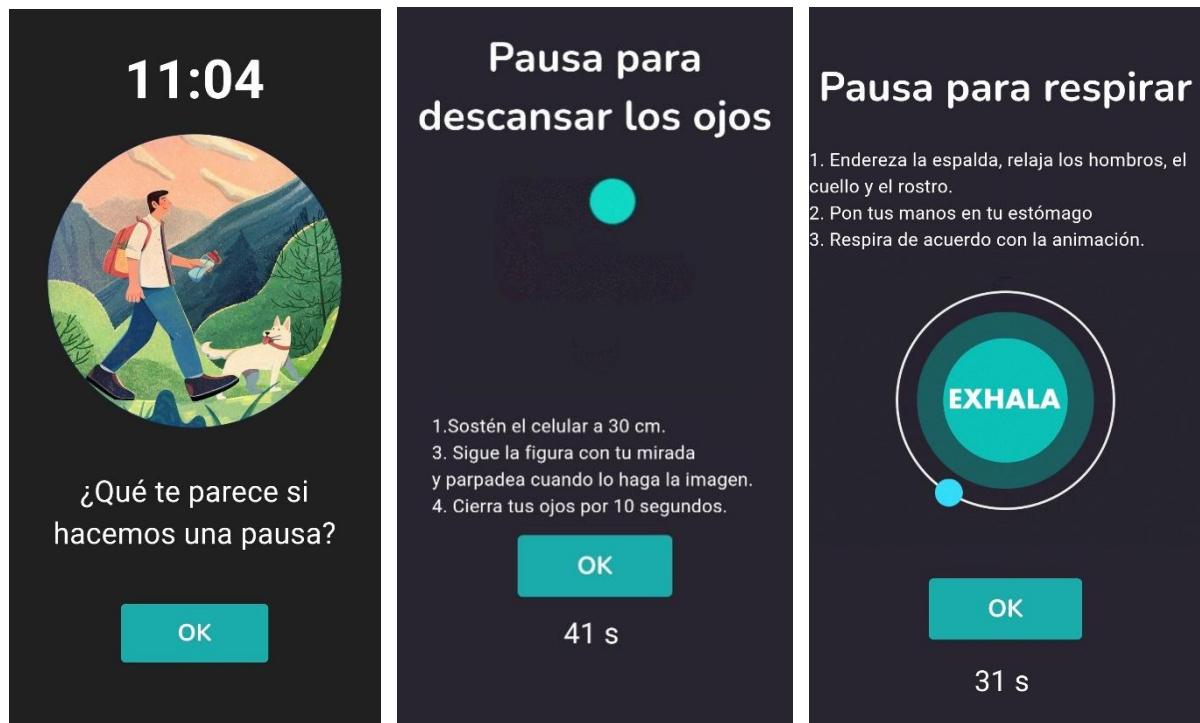


Figura 3.14 Niveles de intervención: 0, 1 y 2

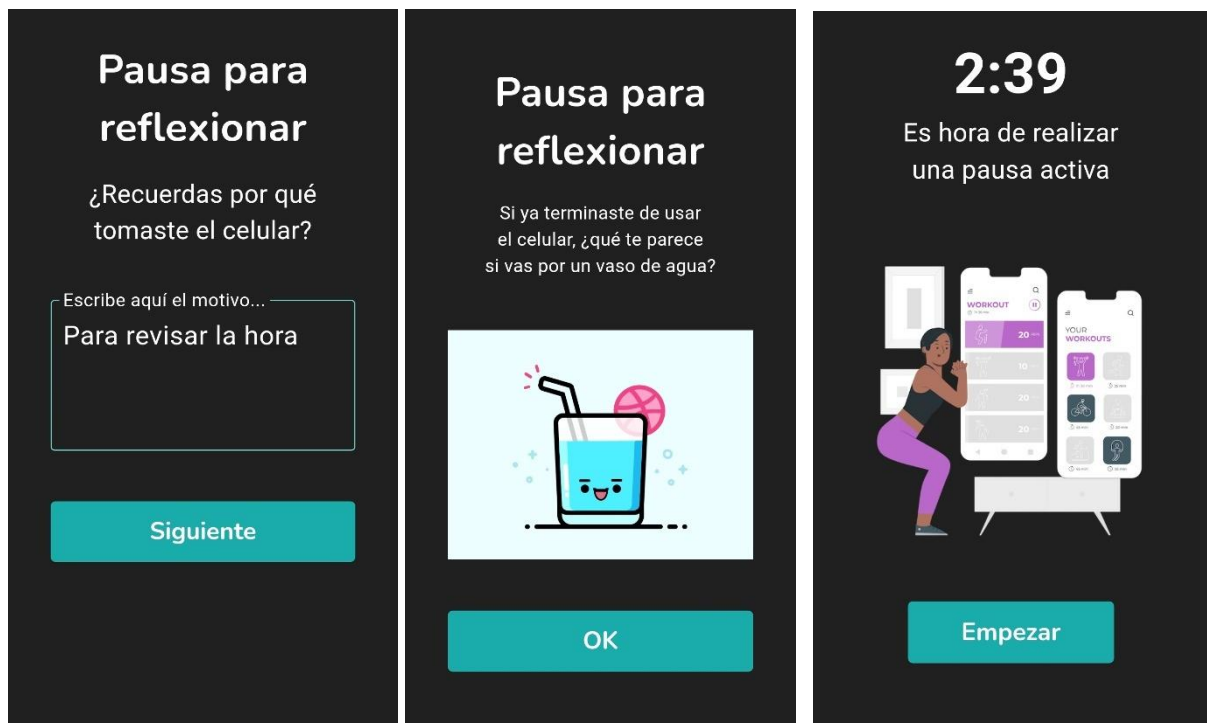


Figura 3.15 Niveles de intervención 4 y 5

Para asegurar que el monitor de la aplicación funcione de manera eficiente cada 20 minutos, recopilando datos, ejecutando el modelo de predicción y activando las pantallas de intervención cuando sea necesario, se implementaron varias bibliotecas clave. La biblioteca *workmanager* se encarga de programar la ejecución periódica de tareas en segundo plano, lo que permite al sistema recolectar datos de uso del dispositivo a intervalos regulares, incluso cuando la aplicación no está activa. Por su parte, *flutter_background_service* garantiza que el servicio de monitoreo continúe operando en todo momento, incluso si la aplicación se encuentra en segundo plano o si el usuario la cierra, asegurando así la continuidad del proceso de recolección de datos y la ejecución del modelo de predicción. Para evitar que las restricciones de optimización de batería interfieran con estas tareas en segundo plano, se utilizó la biblioteca *disable_battery_optimization*. Finalmente, para presentar las intervenciones e interrumpir el “uso inconsciente”, se implementó *flutter_overlay_window*, que permite crear superponer ventanas flotantes sobre otras aplicaciones.

En conjunto, estas bibliotecas permiten un monitoreo constante, una ejecución eficiente del modelo de predicción y la presentación de intervenciones “justo a tiempo”, asegurando que la aplicación cumpla con su objetivo de promover un uso más consciente del dispositivo.

3.2.1.8 Sprint 8: Edición de configuración inicial

Una vez que el usuario completa la configuración inicial, puede acceder a un menú de ajustes que le permite modificar diversos parámetros. Para facilitar este proceso, se implementó una funcionalidad de edición mediante botones específicos, lo que permite realizar cambios de manera intuitiva y eficiente (ver Figura 3.16). A continuación, se detallan las opciones disponibles en este menú:

- a. Modificar el horario activo: Esta opción permite al usuario ajustar los momentos en los que desea recibir intervenciones, asegurando que se alineen con su periodo de vigilia.
- b. Ajustar las rutinas: Los usuarios pueden activar o desactivar las rutinas de acompañamiento según sus preferencias. Esta opción incluye la posibilidad de elegir entre la rutina de día, la rutina de noche o ambas.

- c. Configurar condiciones: El usuario actualiza las condiciones o padecimientos que presenta, lo cual es especialmente relevante en el caso de mujeres embarazadas.
- d. Actualizar las metas diarias: Se ofrece la opción de cambiar las metas establecidas, adaptándolas a nuevas prioridades o niveles de actividad.

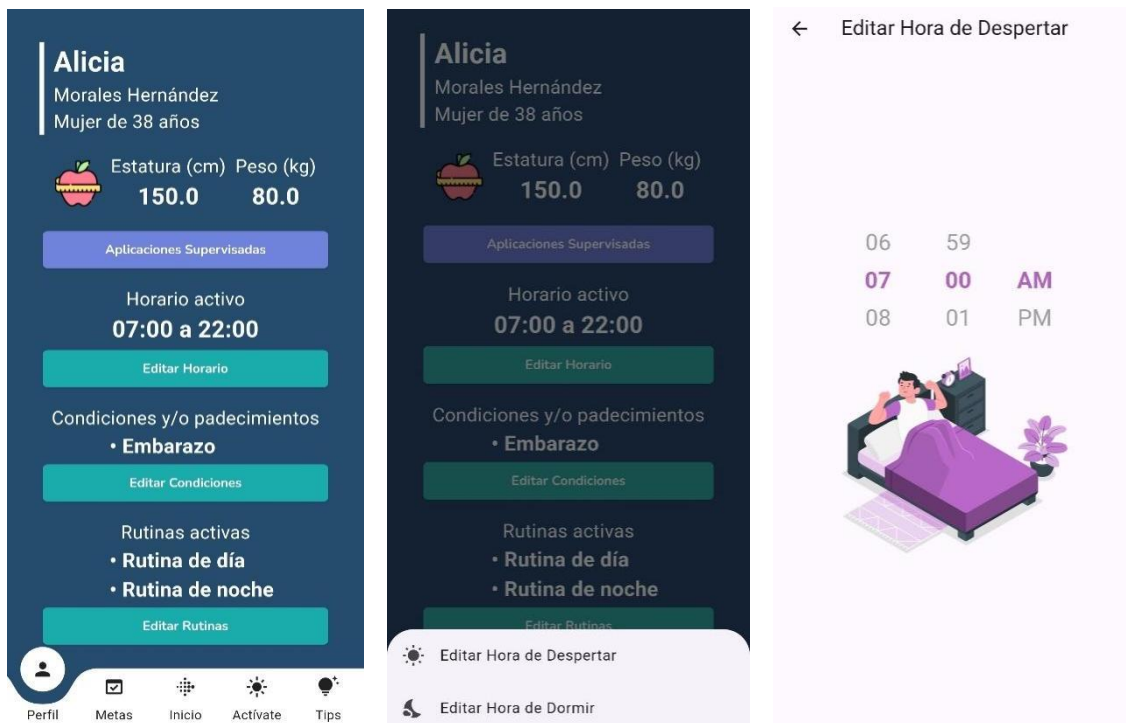


Figura 3.16 Ajustes de la Configuración inicial

Con estas funcionalidades, se busca brindar a los usuarios un mayor control sobre su experiencia, permitiéndoles personalizar la aplicación según sus necesidades y circunstancias.

3.2.1.9 Sprint 9: Implementación de gráficas

Para proporcionar a los usuarios una visualización clara y atractiva de su uso del dispositivo, se desarrollaron gráficas interactivas que muestran información clave en varias categorías: aplicaciones más utilizadas, minutos en pantalla, minutos en zona activa y horas de sueño (Figura 3.17).

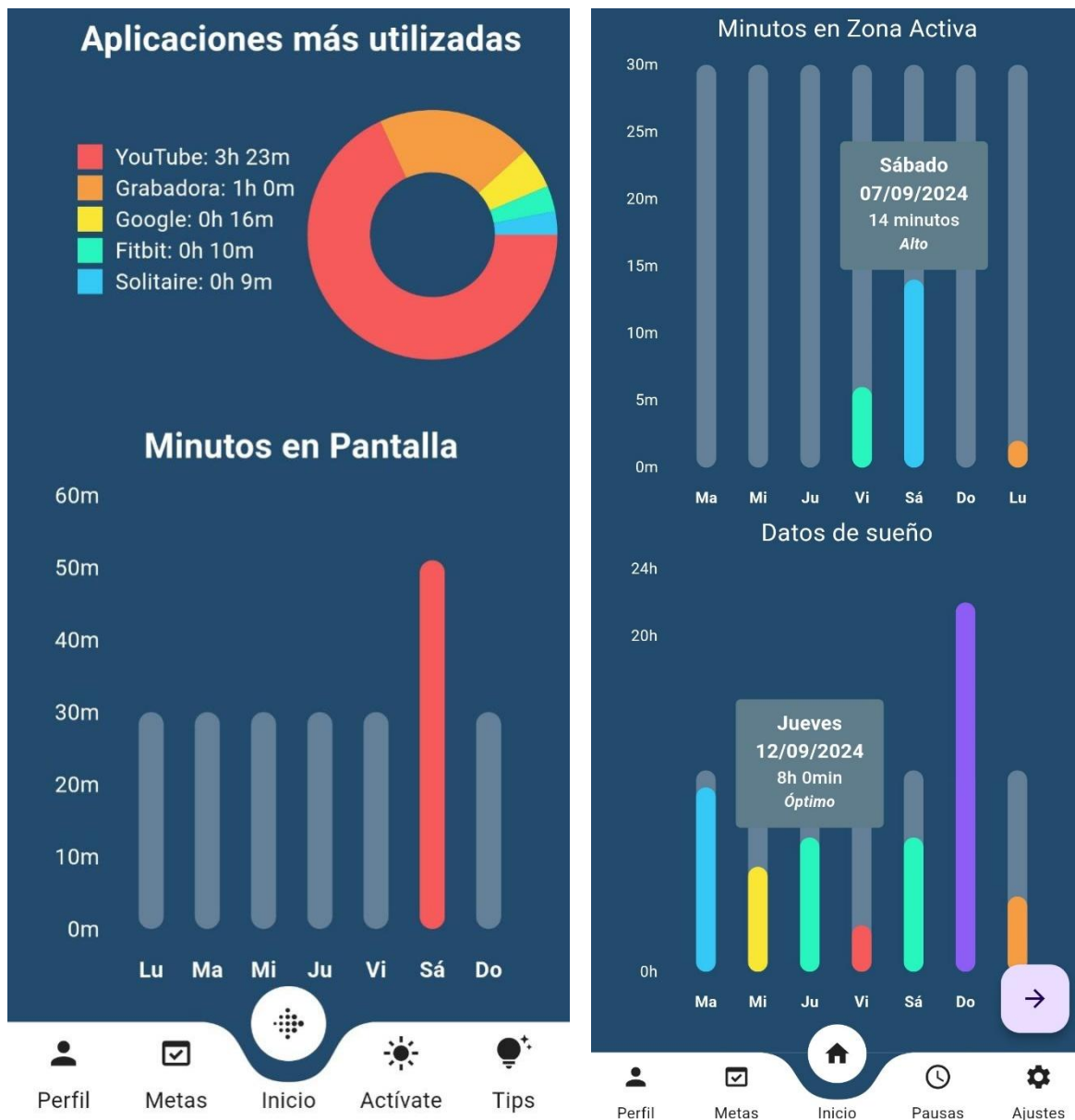


Figura 3.17 Gráficas informativas

Las gráficas sobre aplicaciones más utilizadas y minutos en pantalla ofrecen una representación visual intuitiva del tiempo que el usuario pasa en diferentes aplicaciones, facilitando la identificación de patrones y áreas en las que podría desear reducir el uso. Estas visualizaciones permiten a los usuarios tener un mejor entendimiento de su comportamiento diario y tomar decisiones informadas para un uso más consciente del dispositivo.

En cuanto a los minutos en zona activa y las horas de sueño, fue necesario utilizar la biblioteca *fitbitter* para obtener datos precisos del dispositivo *Fitbit* del usuario. Esta integración permite recopilar información valiosa sobre el nivel de actividad física y los patrones de sueño, que se visualizan de manera interactiva.

3.2.1.10 Sprint 10: Ejercicios bajo demanda

En esta iteración se incorporó una función adicional a la aplicación que permite al usuario seleccionar el momento más adecuado para llevar a cabo ejercicios más intensos. Esta opción brinda mayor flexibilidad y control sobre su rutina de ejercicio, permitiendo a los usuarios adaptar su actividad física a sus horarios y niveles de energía.

Para implementar esta funcionalidad, se desarrolló una estructura integral que ofrece al usuario una secuencia de ejercicios físicos, con instrucciones breves y temporización adecuada. Este proceso se llevó a cabo en colaboración con un experto en actividad física, quien ayudó a seleccionar un conjunto diverso de ejercicios.

Cada ejercicio se categorizó no sólo por su tipo (calentamiento, estiramiento o fuerza), sino también por su viabilidad para realizarse en el suelo. Además, se evaluó si eran aptos para personas con condiciones específicas de salud, como diabetes, hipertensión y embarazo, utilizando un sistema de clasificación binaria (verdadero o falso). Esta categorización es esencial para garantizar que los usuarios realicen los ejercicios de manera segura y efectiva, teniendo en cuenta sus necesidades individuales.

Las rutinas de ejercicios se organizaron inicialmente en tablas de *Excel*, lo que permitió una fácil modificación y actualización de los datos. Posteriormente, estas tablas se transformaron a formato *JSON* para facilitar su integración y manipulación dentro de la aplicación. Este enfoque no solo optimiza el proceso de desarrollo, sino que también garantiza que los datos se gestionen de manera dinámica y eficiente.

El diseño de la aplicación permite al usuario personalizar su experiencia al elegir la duración de la rutina, con opciones de 10, 15 o 20 minutos. Además, se les ofrece la posibilidad de seleccionar si desean realizar ejercicios en el suelo o no, brindando así una mayor flexibilidad en su práctica. Sin embargo, es importante destacar que, para las usuarias embarazadas, se implementó una restricción que elimina la opción de ejercicios en el suelo, priorizando su seguridad y bienestar durante la actividad física (Figura 3.18).

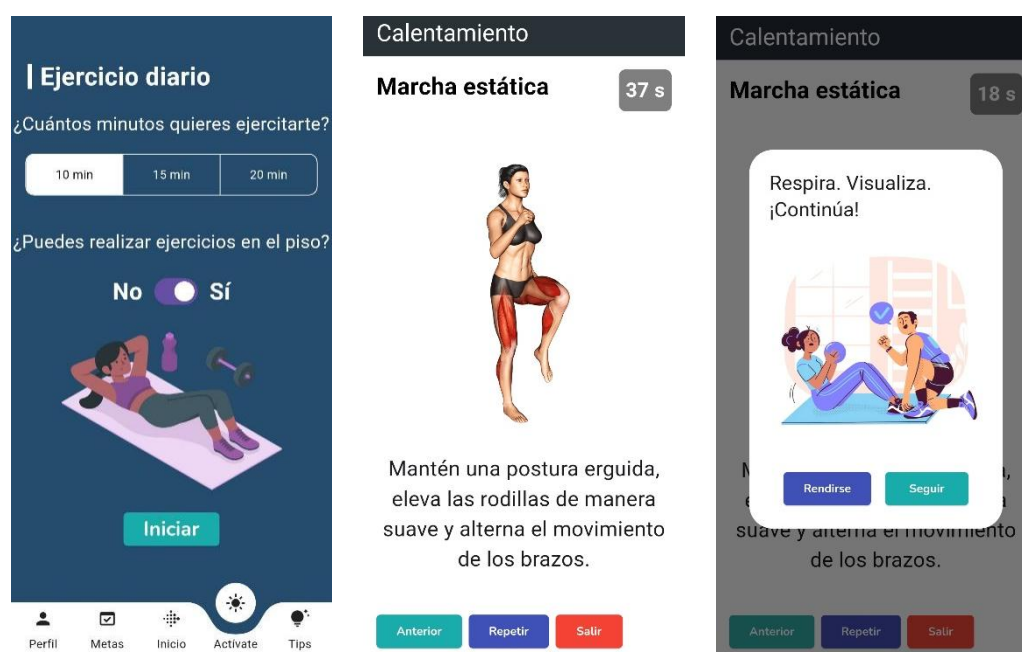


Figura 3.18 Ejercicios bajo demanda

La inclusión de la opción para seleccionar el momento adecuado para realizar ejercicios más intensos, junto con la capacidad de personalizar rutinas según la duración y las condiciones de salud, convierte esta funcionalidad en una herramienta integral. Aunque los ejercicios están diseñados principalmente como una introducción para personas sedentarias, su propósito es despertar el interés y facilitar la incorporación de la actividad física en la vida diaria de los usuarios. De este modo, la aplicación no solo promueve un enfoque consciente y seguro hacia el ejercicio, sino que también incentiva un estilo de vida más saludable y activo, motivando a los usuarios a involucrarse proactivamente en su propio bienestar.

3.2.1.11 Sprint 11: Implementación de rutinas de acompañamiento

Para garantizar una experiencia de usuario efectiva, se configura una lógica específica que permite que las rutinas de acompañamiento operen de manera sinérgica con las intervenciones generales, evitando cualquier tipo de interferencia. (Figura 3.19)

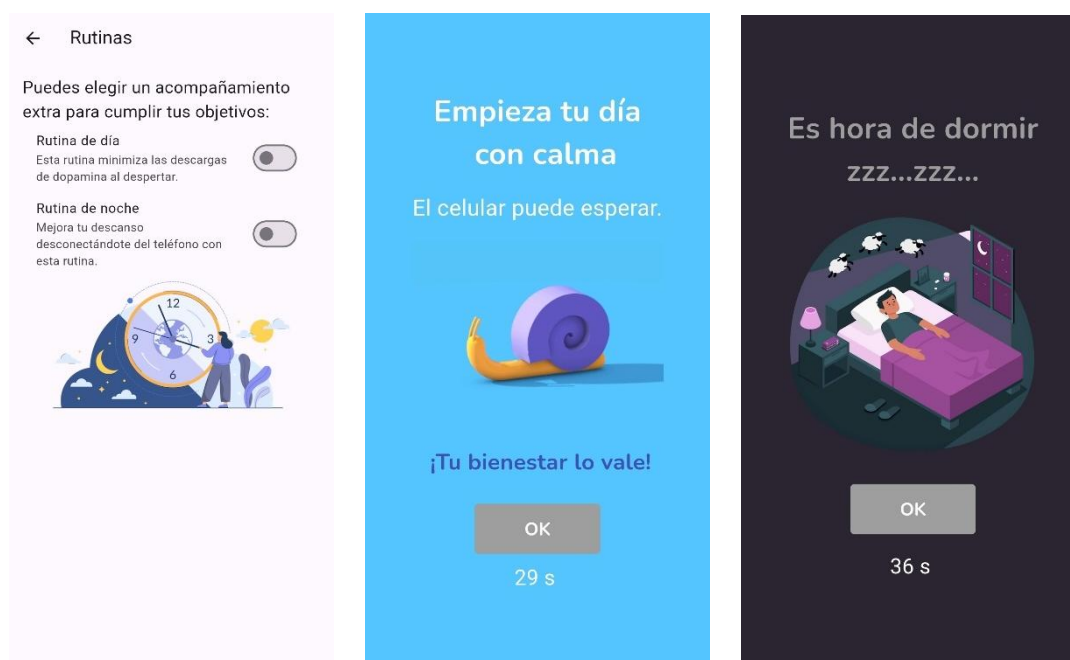


Figura 3.19 Rutinas de acompañamiento

La rutina de día se activa automáticamente una hora antes de la hora que el usuario indicó en la *Configuración inicial*, como momento en el que despierta, y se mantiene activa hasta una hora después. Durante este período, cuando la intervención entra en funcionamiento, se establece una restricción que impide el uso del teléfono por un lapso de tres minutos. Este breve intervalo está diseñado para disuadir al usuario de sumergirse en el uso del dispositivo justo al comenzar el día, ayudando a prevenir la liberación de dopamina que resulta del uso excesivo de la tecnología a primera hora. Por otro lado, la rutina de descanso se activa a partir de la hora que el usuario especificó para irse a dormir y permanece latente durante las tres horas siguientes. Al activarse, esta rutina también limita el uso del teléfono por cinco minutos, brindando al usuario un tiempo valioso para relajarse y facilitar su proceso de conciliación del sueño.

En conjunto, estas intervenciones tienen como objetivo disuadir el uso del teléfono al inicio del día, promoviendo un despertar más consciente y equilibrado, así como minimizar las distracciones durante el periodo de descanso. Esto no solo ayuda a los usuarios a establecer un inicio de día más saludable, sino que también apoya su bienestar general al fomentar hábitos de sueño adecuados y reducir la interferencia del dispositivo en su tiempo de descanso.

3.2.1.12 Sprint 12: Pruebas en diferentes dispositivos *Android*

Para optimizar la experiencia de usuario se realizaron pruebas en tres modelos diferentes de teléfonos inteligentes con sistema operativo Android.

Tabla 3.17 Características de los dispositivos de prueba.

Modelo	Tamaño de pantalla	Versión de Android	Memoria RAM	Procesador
Huawei Mate 20 Pro	6.3"	9	8 GB	Kirin 980
OPPO Reno6 Lite	6.43"	11	6 GB	Snapdragon 662
Samsung M15	6.5"	14	4 GB	MediaTek Dimensity 6100+

A través de estas pruebas se identificaron que algunos botones no se ajustaban correctamente en pantallas más angostas, lo que provocaba que se desbordarían del área visible y evitarán la interacción (Figura 3.20). Para resolver este problema, se ajustó el tamaño y la disposición de los botones, asegurando que todos los elementos fueran accesibles en cualquier dispositivo.



Figura 3.20 Botones fuera del área visible

Capítulo 4 . Resultados

Como resultado de este trabajo de tesis se desarrolló una aplicación móvil que combina el uso de dispositivos vestibles con estrategias de intervención para promover la actividad física y reducir el uso prolongado de teléfonos inteligentes.

La aplicación implementa una arquitectura modular compuesta por cuatro componentes principales: Reporte, Configuración, Estrategias y Monitor, que en conjunto permiten dar seguimiento al tiempo de uso del dispositivo móvil y a la actividad física del usuario.

El sistema incorpora un modelo de aprendizaje automático para determinar el momento oportuno para ejecutar las intervenciones, las cuales se presentan en forma de pausas graduales que van desde simples recordatorios hasta ejercicios de activación progresivos.

4.1 Caso de estudio A

El primer caso de estudio se centró en una participante femenina de 65 años, con una estatura de 1.56 metros y un peso de 68 kilogramos. La usuaria mantiene un estilo de vida activo y estructurado, dedicando parte de su rutina diaria a la práctica de yoga y acondicionamiento físico. Complementa estas actividades con caminatas regulares que realiza durante sus tareas cotidianas. Su jornada activa se estableció en un período de 15 horas, iniciando a las 7:30 y concluyendo a las 22:30 horas. Debido a una lesión preexistente en la rodilla, la participante omitió algunos ejercicios de la rutina de activación y mostró preferencia por las actividades de bajo impacto que no comprometieran su condición física.

La implementación de la aplicación mostró resultados positivos en cuanto a la reducción del tiempo total de pantalla y la concientización sobre el uso del dispositivo móvil. Las estrategias de intervención gradual resultaron particularmente efectivas durante el día, ayudando a la usuaria a mantener un mejor control sobre sus interacciones con el teléfono. No obstante, se identificó un desafío significativo durante las horas nocturnas, específicamente en relación con el consumo de contenido audiovisual.

Las interrupciones programadas durante la visualización de películas, una actividad que la usuaria considera parte de su rutina de relajación, generaron momentos de frustración que afectaron la experiencia general con la aplicación.

También se observó que algunos ejercicios resultaron desafiantes para la usuaria debido a su lesión de rodilla. Esta situación puso de manifiesto la necesidad de implementar un mecanismo de retroalimentación que permita a los usuarios calificar y comentar sobre la dificultad o incomodidad de los ejercicios sugeridos. La incorporación de esta funcionalidad permitiría ajustar dinámicamente el catálogo de ejercicios disponibles, personalizando las opciones según las limitaciones físicas y preferencias específicas de cada usuario, lo que resultaría en una experiencia más inclusiva y adaptada a las necesidades individuales.

Al analizar los datos proporcionados durante la semana del 20 al 26 de octubre de 2024, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Tiempo en Pantalla (Figura 4.1):
 - El promedio diario fue de 208 minutos (aproximadamente 3.5 horas)
 - Se observa un incremento notable a mitad de semana, con picos los miércoles (234 minutos) y viernes (224 minutos)
 - Los fines de semana muestran un uso más moderado (194-197 minutos)

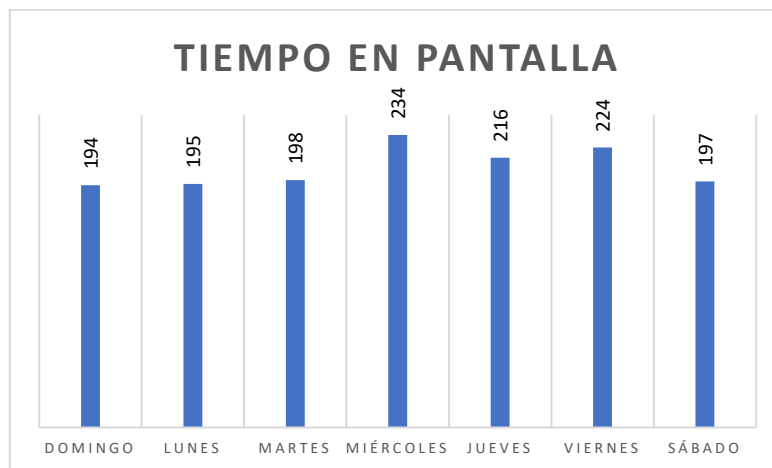


Figura 4.1 Caso de Estudio A - Tiempo en pantalla

2. Actividad

- Se mantiene relativamente constante, oscilando entre 18-22 minutos diarios
- El promedio es de 20 minutos por día
- Cumple con las recomendaciones mínimas de actividad física moderada

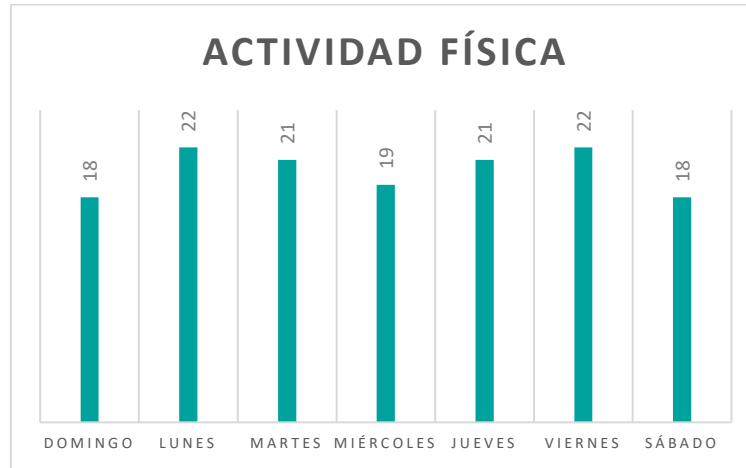


Figura 4.2 Caso de Estudio A - Actividad física

3. Patrón de Sueño (Figura 4.3):

- El promedio de sueño es de aproximadamente 352 minutos (5.9 horas)
- Se observa una disminución significativa en las horas de sueño durante el fin de semana (302-309 minutos)
- Los días entre semana muestran un patrón más estable (370-382 minutos)

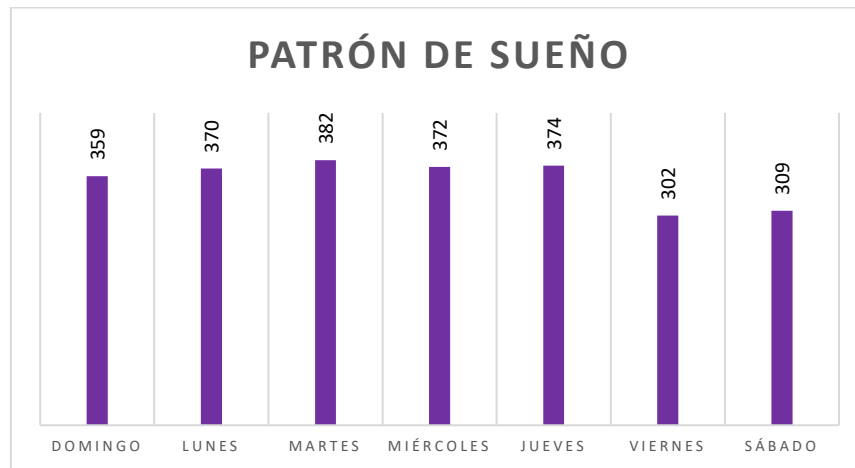


Figura 4.3 Caso de Estudio A - Patrón de sueño

Correlaciones y Observaciones:

- Los días con mayor tiempo en pantalla no parecen afectar significativamente los minutos en zona activa.
- Existe una posible relación entre el aumento del tiempo en pantalla y la reducción en las horas de sueño hacia el final de la semana.
- El usuario mantiene una rutina de actividad física consistente a pesar de las variaciones en el uso del dispositivo.

Este caso de estudio proporcionó información valiosa sobre la necesidad de implementar un sistema más contextual que pueda diferenciar entre distintos tipos de uso del dispositivo. La experiencia sugiere la importancia de incorporar funcionalidades que permitan al usuario programar períodos específicos para actividades de entretenimiento prolongado, manteniendo al mismo tiempo la efectividad de las intervenciones durante el resto del día. Además, reveló la necesidad de considerar las preferencias individuales y los patrones de uso establecidos al diseñar estrategias de intervención, especialmente para usuarios que ya mantienen un estilo de vida activo, pero buscan optimizar su interacción con la tecnología.

4.2 Caso de estudio B

El segundo caso de estudio se realizó con una participante femenina de 35 años, con una estatura de 1.50 metros y un peso de 75 kilogramos. La usuaria presenta un estilo de vida predominantemente sedentario, determinado en gran medida por su actividad laboral que requiere permanecer sentada durante períodos prolongados. Previo al uso de la aplicación, no realizaba ningún tipo de actividad física estructurada ni práctica deportiva regular.

Un aspecto particularmente relevante de este caso fue el patrón de uso nocturno del dispositivo móvil. La participante manifestaba una tendencia a prolongar el tiempo de pantalla hasta altas horas de la madrugada (entre las 2:00 y 3:00 AM), a pesar de experimentar señales de somnolencia más temprano en la noche. Este comportamiento se caracterizaba por el consumo pasivo de contenido en redes sociales y la escucha de podcasts, lo que sugería un patrón de uso compulsivo que interfería con sus hábitos de sueño.

La implementación de la aplicación demostró ser especialmente efectiva en la modificación de estos hábitos nocturnos. Las intervenciones graduales ayudaron a la usuaria a tomar conciencia de su comportamiento automático y a reducir la dependencia de su dispositivo, facilitando la transición hacia un uso más regulado y consciente del mismo. Las pausas programadas resultaron particularmente útiles para interrumpir los ciclos de navegación prolongada en redes sociales, permitiéndole responder a las señales naturales de sueño de manera más consciente, mejorando así su calidad de descanso y bienestar general.

Al analizar los datos de la semana del 20 al 26 de octubre de 2024, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Tiempo en Pantalla (Figura 4.4):

- El promedio diario es de 268 minutos (aproximadamente 4.5 horas)
- El uso más intensivo se registra los domingos (293 minutos)
- Se observa una tendencia a la disminución hacia el final de la semana, con los valores más bajos los viernes (243 minutos)
- El tiempo en pantalla es significativamente mayor que en el Caso A, lo que es consistente con el perfil más sedentario de la usuaria.

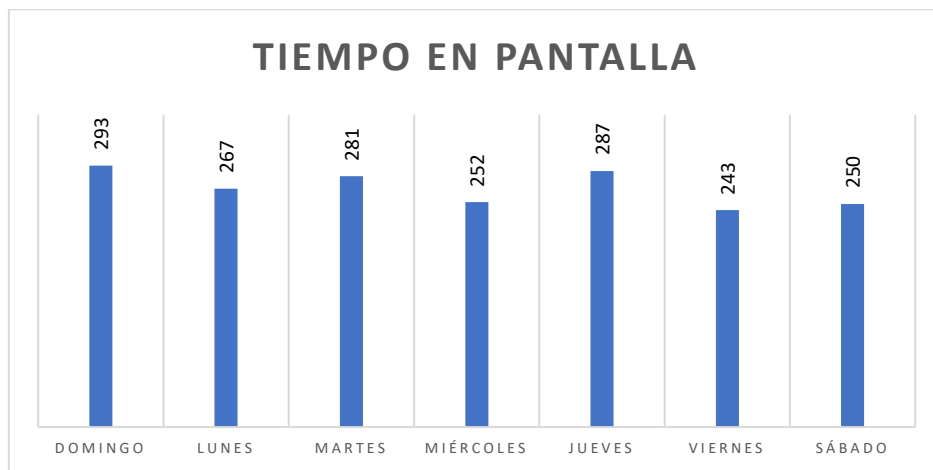


Figura 4.4 Caso de estudio B - Tiempo en pantalla

2. Actividad Física (Figura 4.5):

- Muestra niveles bajos de actividad física, con un promedio de 9 minutos diarios
- El valor más alto se registra el lunes (12 minutos)
- Los niveles de actividad están por debajo de las recomendaciones mínimas diarias.

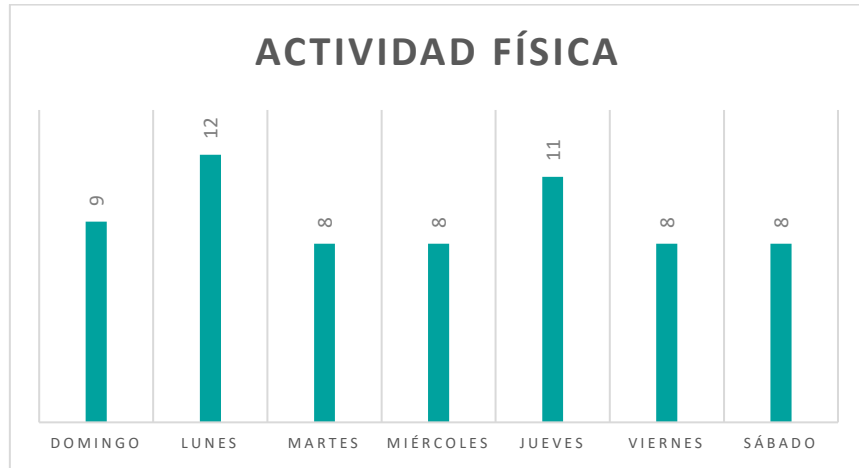


Figura 4.5 Caso de estudio B - Actividad física

3. Patrón de Sueño (Figura 4.6):

- El promedio de sueño es de 368 minutos (aproximadamente 6.1 horas)
- Muestra una variabilidad significativa, oscilando entre 332 y 413 minutos
- Los miércoles y viernes registran los períodos más largos de sueño (412-413 minutos)
- Los fines de semana tienden a mostrar menos tiempo de sueño.

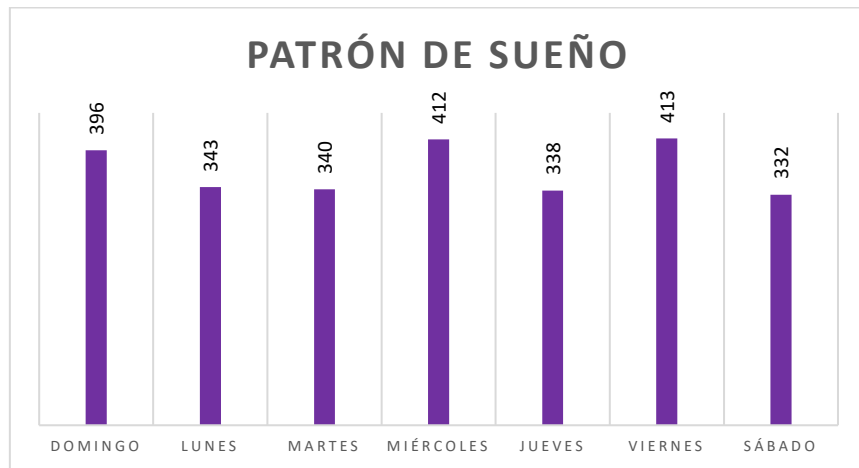


Figura 4.6 Caso de Estudio B - Patrón de sueño

4.3 Caso de estudio C

Para el tercer caso de estudio, se probó la aplicación con un usuario masculino de 24 años, con una estatura de 1.70 metros y un peso de 120 kg, que lleva un estilo de vida mayormente sedentario debido a su horario laboral de 9:00 a.m. a 7:00 p.m., con un descanso de dos horas. Aunque no realiza actividad física entre semana, participa ocasionalmente en eventos deportivos organizados por su empresa, como partidos de fútbol.

El participante usa su celular principalmente para partidas en juegos cortos y casuales, como *Pokémon Go*, *Clash of Clans* y *Hearthstone*. Por lo regular juega cuando tiene tiempo libre en su trabajo o durante su camino a casa por lo que este hábito ha aumentado su tiempo de pantalla. La aplicación, al interrumpir su uso de manera gradual, le permitió tomar mayor conciencia de su tiempo invertido en estos juegos, llevándolo a regular su tiempo en ellos. A pesar de experimentar cierta frustración cuando la aplicación interrumpía momentos cruciales de sus partidas, reconoció que estas pausas le permitieron reflexionar y administrar mejor su tiempo frente a la pantalla. La rutina nocturna cuya intervención consiste en una interrupción de cinco minutos demostró ser efectiva para desalentar el uso prolongado del dispositivo.

Además, apreció la claridad y simplicidad de los ejercicios, que podía realizar fácilmente colocando el teléfono frente a él. Un detalle menor fue el apagado automático de la pantalla por configuración predeterminada, aunque esto solo representaba una breve pausa en la actividad al reactivarla. Él percibió mayor efectividad al realizar las rutinas de ejercicio opcionales.

Un aspecto destacable fue la integración con *Fitbit*, que enriqueció la experiencia mediante alertas de movimiento. El usuario valoró especialmente las notificaciones del reloj cuando permanecía inactivo, que incluían un círculo rojo de progreso y mensajes de felicitación al alcanzar sus metas. Esta función complementaria fortaleció su interés en monitorear su actividad física y promovió un uso más consciente del teléfono, disminuyendo el tiempo dedicado a juegos y actividades no esenciales.

Al analizar los datos de la semana del 03 al 09 de noviembre de 2024, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Tiempo en Pantalla (Figura 4.7):

- El promedio diario es de 240 minutos (aproximadamente 4 horas).
- El uso más intensivo se registra el viernes (308 minutos).
- Se observa una disminución en el tiempo de pantalla hacia el fin de semana, siendo el domingo el día con el menor uso (138 minutos).

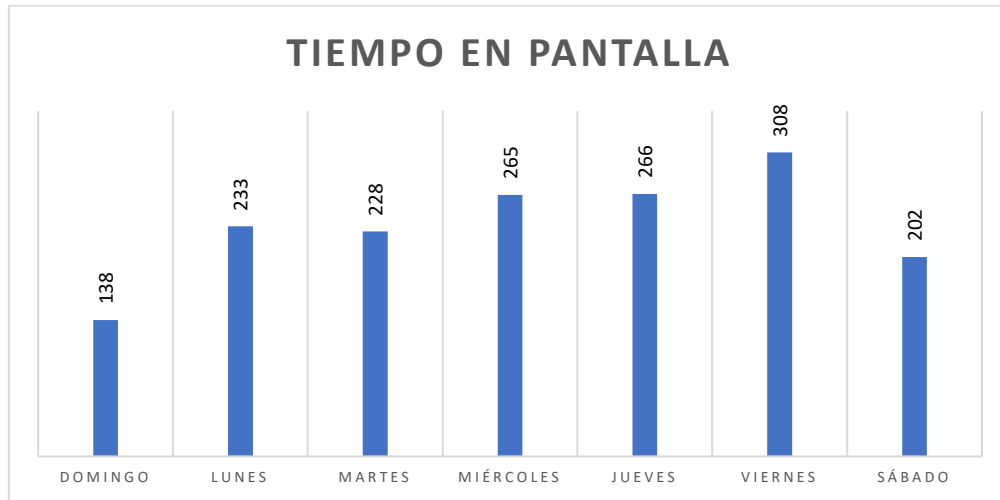


Figura 4.7 Caso de estudio C - Tiempo en pantalla

2. Actividad física (Figura 4.8):

- El día con mayor actividad física es el viernes, con 139 minutos en zona activa, debido a la participación de un partido de fútbol organizado por su empresa.
- Se observa un patrón donde la mayor parte de la actividad física se concentra en un solo día, probablemente asociado a un evento específico o ejercicio más intenso, mientras que los demás días muestran actividad mínima.
- La baja actividad en días fuera del viernes es consistente con el estilo de vida del usuario, quien realiza actividad física de forma ocasional y tiende a un perfil sedentario entre semana.



Figura 4.8 Caso de estudio C - Actividad física

3. Patrón de sueño (Figura 4.9):

- El promedio diario de minutos durmiendo es de aproximadamente 6 horas.
- Hubo un día sin registro de sueño, lunes 04/11/2024, debido a que el usuario olvidó ponerse el dispositivo después de bañarse.
- Se observa una fluctuación en la duración del sueño a lo largo de la semana, este patrón sugiere que el usuario podría tener un horario irregular de sueño, con noches de mayor descanso durante el fin de semana.

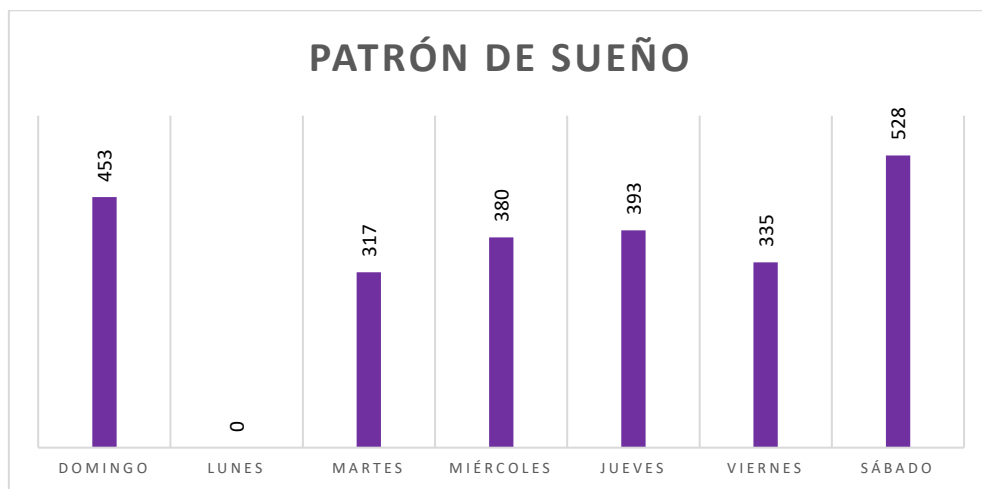


Figura 4.9 Caso de estudio C - Patrón de sueño

Correlaciones y Observaciones:

- Los días con mayor tiempo en pantalla tienden a coincidir con menos horas de sueño
- La actividad física se mantiene consistentemente baja, independientemente del uso del dispositivo.
- Se observa una relación inversa entre el tiempo de pantalla y la duración del sueño.
- Los patrones sugieren que el usuario podría beneficiarse de intervenciones más enfocadas en aumentar la actividad física y mejorar la regularidad del sueño.

Existe una correlación positiva entre la intervención de la aplicación en el uso de la pantalla y la disminución en el tiempo frente al dispositivo. Aunque el usuario experimentó frustración durante las interrupciones, estas contribuyeron a una gestión más consciente de su tiempo de pantalla.

La fluctuación del sueño, con menos horas durante los días laborales y más horas en los fines de semana, sugiere un patrón de sueño irregular, lo cual podría estar asociado al estilo de vida sedentario y la falta de actividad física constante entre semana.

La integración con *Fitbit* parece tener un efecto positivo en el monitoreo de la actividad física del usuario. Las alertas de inactividad lo motivaron a mejorar su desempeño en términos de movimiento, lo que refleja una correlación entre el uso de la app y la mejora de la actividad física en días determinados.

Capítulo 5 . Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo final, se resumen las conclusiones derivadas del desarrollo y uso de la aplicación de seguimiento al uso de teléfonos inteligentes con el apoyo de dispositivos vestibles para combatir la obesidad. Además, se presentan recomendaciones para futuros avances en esta línea de investigación.

5.1 Conclusiones

El análisis de los dos casos de estudio revela aspectos significativos sobre la efectividad y áreas de oportunidad de la aplicación. En primer lugar, se demuestra la versatilidad del sistema para adaptarse a perfiles de usuarios marcadamente diferentes: una usuaria de 65 años físicamente activa (Caso A), otra mujer de 35 años con estilo de vida sedentario (Caso B) y un hombre de 24 años con estilo de vida sedentario (Caso C).

La aplicación demostró ser efectiva en su objetivo principal de reducir el tiempo de pantalla, aunque por diferentes razones en cada caso. En el Caso A, si bien se logró la reducción deseada, se identificó la necesidad de mayor flexibilidad para actividades de entretenimiento programadas, como ver películas. En el Caso B, la aplicación fue particularmente exitosa en modificar hábitos nocivos de uso nocturno, ayudando a regular los patrones de sueño. Los datos cuantitativos respaldan estas observaciones: el Caso A mantuvo un promedio de 208 minutos diarios en pantalla con 20 minutos de actividad física, mientras que el Caso B promedió 268 minutos en pantalla con solo 9 minutos de actividad física. Esta diferencia refleja los distintos estilos de vida y patrones de uso de cada usuaria.

En el Caso C, el análisis muestra un impacto desigual en la actividad física y los patrones de sueño. La aplicación ayudó al usuario a ser más consciente del tiempo invertido en juegos móviles, aunque las interrupciones durante momentos clave de juego generaron frustración. Sin embargo, estas pausas le permitieron reflexionar sobre su tiempo de pantalla y manejarlo mejor. La integración con *Fitbit* proporcionó alertas de movimiento y celebró sus logros, motivando un uso más consciente del teléfono y mejorando su actividad física.

En cuanto al proceso de desarrollo, la elección de *Flutter* como marco de trabajo respondió inicialmente a la necesidad de alcanzar una amplia base de usuarios mediante el despliegue simultáneo en las plataformas *iOS* y *Android*, considerando la urgencia de abordar la problemática del sedentarismo asociado al uso de dispositivos móviles. Si bien *Flutter* demostró ser una herramienta robusta y eficiente para el desarrollo de la interfaz de usuario en ambos sistemas operativos.

Durante el desarrollo se identificaron limitaciones significativas, particularmente en la implementación de funcionalidades específicas de cada sistema operativo.

La principal dificultad surgió al intentar acceder a los datos de tiempo de pantalla en dispositivos *iOS*, debido a las estrictas políticas de privacidad de *Apple*. Adicionalmente, se enfrentaron desafíos importantes en la gestión de tareas en segundo plano, ya que tanto *Android* como *iOS* implementan restricciones agresivas para optimizar el consumo de batería. Estas limitaciones afectaron directamente la capacidad de la aplicación para realizar un monitoreo continuo y ejecutar las intervenciones programadas.

Esta experiencia subraya la importancia de evaluar cuidadosamente los requerimientos específicos de cada plataforma en etapas tempranas del desarrollo, especialmente cuando se trata de funcionalidades que involucran aspectos sensibles como la privacidad, el acceso a datos del sistema y la ejecución de procesos en segundo plano. Si bien *Flutter* destaca en la creación de interfaces multiplataforma, el desarrollo de funcionalidades que requieren acceso profundo a características nativas del sistema exige un alto nivel de experiencia técnica y presenta restricciones significativas según la plataforma objetivo.

En conclusión, la aplicación demuestra ser una herramienta prometedora para promover un uso más consciente del teléfono inteligente y fomentar la actividad física. Sin embargo, su efectividad podría mejorarse mediante una mayor personalización y contextualización de las intervenciones, considerando tanto las características individuales como los patrones de uso específicos de cada usuario.

5.2 Recomendaciones

El análisis de los resultados y los casos de estudio identifica oportunidades para mejorar la aplicación en futuras versiones. La primera recomendación es implementar un sistema de retroalimentación que permita a los usuarios evaluar los ejercicios propuestos, con el fin de personalizar las rutinas según las limitaciones y preferencias individuales.

Los patrones de uso también indican la necesidad de un modo especial para actividades de entretenimiento prolongado, que permita a los usuarios programar períodos específicos para disfrutar de contenido sin interrupciones frecuentes, promoviendo un uso consciente del dispositivo.

Es fundamental aumentar la compatibilidad con diferentes marcas de dispositivos vestibles, más allá de *Fitbit*, para facilitar la adopción por más usuarios.

Además, incorporar un profesional en psicología al equipo fortalecerá el proyecto, validando las estrategias existentes, diseñando nuevas variantes para evitar la repetición y aportando un fundamento científico a las técnicas implementadas. Su participación será clave para mantener el compromiso a largo plazo.

En cuanto a los ejercicios físicos, se propone implementar tres niveles de dificultad: principiante, intermedio y avanzado, permitiendo a los usuarios seleccionar el nivel adecuado y progresar gradualmente. Esta progresión ayudará a mantener la motivación mediante metas alcanzables y desafiantes.

Finalmente, desarrollar un sistema de actualización remota garantizará que el contenido se mantenga fresco y relevante, facilitando la modificación y adición de ejercicios basados en la retroalimentación de los usuarios, así como el ajuste de rutinas y la incorporación de nuevos ejercicios validados por expertos en actividad física.

Glosario

En este apartado se presentan las definiciones de los términos que son menos conocidos o que tienen significados específicos dentro del contexto de la investigación.

Enfermedad crónica

Es una condición médica de larga duración que generalmente progresa lentamente y persiste a lo largo de la vida de una persona. Estas enfermedades suelen ser incurables y requieren tratamiento y cuidados a largo plazo para controlar los síntomas y evitar complicaciones.

Patogénesis

Describe el origen y evolución de una enfermedad.

Recidiva

Es la reaparición de los síntomas de una enfermedad después de un periodo de mejoría o remisión. También se refiere a la recaída en un comportamiento indeseable después de un intento de cambio o tratamiento exitoso. Implica un retroceso en el proceso de recuperación e indica que se requiere un nuevo tratamiento o un ajuste en el plan de manejo de la enfermedad.



Orizaba, Ver., a 10 de enero de 2025

ASUNTO: Carta de Usuario

M.C.E. Beatriz Alejandra Olivares Zepahua

Profesor Investigador

Instituto Tecnológico de Orizaba

PRESENTE

Por medio de la presente me dirijo a Usted para felicitarle por la terminación del proyecto titulado “Desarrollo de una aplicación de seguimiento al uso de teléfonos inteligentes con auxilio de dispositivos vestibles para apoyar en el combate a la obesidad” realizado por la estudiante **Aurea Elizabeth Pérez López**. Considero que esta herramienta tecnológica será de gran apoyo en la atención de mis pacientes, especialmente como parte del tratamiento para promover la reactivación física y desincentivar el comportamiento sedentario. La aplicación permitirá dar seguimiento a programas personalizados de salud, monitorear avances en la condición física y fomentar hábitos a través mediante la actualización constante de datos.

Estoy convencida de que la implementación de esta herramienta mejorará significativamente la calidad de vida de los usuarios y contribuirá al bienestar integral de los pacientes. Sin más por el momento, reitero mis felicitaciones y quedo a sus órdenes para cualquier colaboración futura.

Atentamente

Dra. Ana María Gutiérrez Angel

Supervisora de Estancias

Médico especialista en Medicina de

Rehabilitación. C.E 13134304

Referencias

- [1] Global Obesity Observatory, «Economic impact of overweight and obesity,» [En línea]. Available: <https://data.worldobesity.org/economic-impact-new/countries/#MX>. [Último acceso: 26 02 2023].
- [2] O. Ricardo, G. Gonzalo y G.-C. Sagarrio, «Vulnerabilidad de la obesidad definida por el índice de masa corporal, perímetro abdominal y porcentaje de grasa corporal,» *Atención Primaria*, vol. 55, nº 2, p. 102523, 2023.
- [3] «World Health Organization (WHO),» 14 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- [4] Instituto Nacional de Salud Pública, «Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2021 sobre COVID-19. Resultados nacionales,» [En línea]. Available: https://www.insp.mx/resources/images/stories/2022/docs/220804_Ensa21_digital_4ago.pdf. [Último acceso: 26 02 2023].
- [5] M. A. Pimentel Araujo, «Factores Laborales Asociados a Sobrepeso y Obesidad en Adultos Jóvenes,» 04 04 2022. [En línea]. Available: <https://ring.uaq.mx/bitstream/123456789/3549/1/MEESC-215233-0422-422-Miguel%20Angel%20Pimentel%20Araujo%20%20-A.pdf>. [Último acceso: 30 04 2023].
- [6] L. I. Morales García, «La obesidad, un verdadero problema de salud pública persistente en México,» 27 06 2018. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6521709.pdf>. [Último acceso: 30 04 2023].
- [7] P. A. Borràs y L. Ugarriza, «Obesidad infantil: ¿nos estamos equivocando? Principales causas del problema y tendencias de investigación,» *Apunts. Medicina de l'Esport*, vol. 48, nº 178, pp. 63-68, 2013.
- [8] A. Arteaga L., «El sobrepeso y la obesidad como un problema de salud,» *Revista Médica Clínica Las Condes*, vol. 23, nº 2, pp. 145-153, 2012.

- [9] World Obesity Federation, «World Obesity Atlas 2022,» World Obesity Federation, London, 2022.
- [10] S. Lanette y M. Mazmanian, «The Smartphone "Addiction" Narrative is Compelling, but Largely Unfounded,» de *CHI '18: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2018.
- [11] P.-C. Chen, M.-W. Hung, H.-S. Lu, C. W. (. Yuan, N. Bi, W.-C. Lee, M.-C. Huang y C.-W. You, «This app is not for me: Using mobile and wearable technologies to improve adolescents' smartphone addiction through the sharing of personal data with parents,» de *CHI '22: CHI conference on human factors in computing systems*, New Orleans LA USA, 2022.
- [12] M.-Q. Xiang, L. Lin, Z.-R. Wang, J. Li, Z. Xu y M. Hu, «Sedentary behavior and problematic smartphone use in chinese adolescents: The moderating role of self-control,» *Frontiers in Psychology*, vol. 10, 2020.
- [13] H. Wu, «Data association rules mining method based on improved apriori algorithm,» de *ICBDR 2020: 2020 the 4th international conference on big data research*, Tokyo Japan, 2020.
- [14] A. Monge Roffarello y L. De Russis, «Towards detecting and mitigating smartphone habits,» de *UbiComp '19: The 2019 ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing*, New York, NY, USA, 2019.
- [15] J. Kim, H. Jung, M. Ko y L. Uichin, «GoalKeeper: exploring interaction lockout mechanisms for regulating smartphone use,» *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, vol. 3, nº 1, pp. 1-29, 2019.
- [16] IBM, «¿Qué es la tecnología móvil?,» IBM, [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/mobile-technology>. [Último acceso: 08 06 2023].
- [17] M. Tabor y M. Vrdoljak, *Guía para la Galaxia de Aplicaciones Móviles*, Bremen, Alemania: Enough Software, 2016.

- [18] The competitive Intelligence Unit, [En línea]. Available: https://static1.squarespace.com/static/587fdc951b10e30ca5380172/t/602d55937671744fd12b8c12/1613583767644/Tomo+I_ESP_The+CIU-Working+Paper+Series+2020-II+Wearables+Health+v30.pdf. [Último acceso: 06 03 2023].
- [19] Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, «¿Qué es la Tecnología Vestible?,» [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/impi/articulos/que-es-la-tecnologia-vestible>. [Último acceso: 06 Marzo 2023].
- [20] G. Boateng, V. G. Motti, V. Mishra, J. A. Batsis, J. Hester y D. Kotz, «Experience: Design, Development and Evaluation of a Wearable Device for mHealth Applications,» de *MobiCom '19: The 25th annual international conference on mobile computing and networking*, Los Cabos México, 2019.
- [21] K. Crawford, J. Lingel y T. Karppi, «Our metrics, ourselves: A hundred years of self-tracking from the weight scale to the wrist wearable device,» *European Journal of Cultural Studies*, vol. 18, n° 4-5, pp. 479-496, 2015.
- [22] Fitbit, «¿Cómo calcula el dispositivo Fitbit mi actividad diaria?,» [En línea]. Available: https://help.fitbit.com/articles/es/Help_article/1141.htm. [Último acceso: 13 10 2023].
- [23] Organización Mundial de la Salud, «Actividad física,» 05 10 2022. [En línea]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>. [Último acceso: 13 10 2023].
- [24] Fitbit, «¿Qué son los minutos en zona activa o los minutos de actividad en mi dispositivo Fitbit?,» [En línea]. Available: https://help.fitbit.com/articles/es/Help_article/1379.htm. [Último acceso: 13 10 2023].
- [25] K. Woolley y M. A. Sharif, «The Psychology of Your Scrolling Addiction,» 31 01 2022. [En línea]. Available: <https://hbr.org/2022/01/the-psychology-of-your-scrolling-addiction>. [Último acceso: 13 10 2023].
- [26] K. Lukoff, C. Yu, J. Kientz y A. Hiniker, «What makes smartphone use meaningful or meaningless?,» *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, vol. 2, n° 1, pp. 1-26, 2018.

- [27] S. Yfantidou, P. Sermpezis y A. Vakali, «12 Years of Self-tracking for Promoting Physical Activity from a User Diversity Perspective: Taking Stock & Thinking Ahead,» de *UMAP '22: 30th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, New York, NY, USA, 2022.
- [28] H. Cho, D. Choi, D. Kim, W. J. Kang, E. K. Choe y S.-J. Lee, «Reflect, not regret: Understanding regretful smartphone use with app feature-level analysis,» *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, vol. 5, nº CSCW2, pp. 1-36, 2021.
- [29] X. Xu, T. Zou, H. Xiao, Y. Li, R. Wang, T. Yuan, Y. Wang, Y. Shi, M. Jennifer y A. K. Dey, «TypeOut: Leveraging just-in-time self-affirmation for smartphone overuse reduction,» de *CHI '22: CHI conference on human factors in computing systems*, New Orleans LA USA, 2022.
- [30] A. Monge Roffarello y L. De Russis, «Understanding, discovering, and mitigating habitual smartphone use in young adults,» *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, vol. 11, nº 2, pp. 1-34, 2021.
- [31] L. Duro, C. F. Pedro, T. Romão y E. Karapanos, «How do motivational text messages impact motivation to exercise?,» de *13th Biannu. Conf. Italian SIGCHI Chapter*, Italia, 2019.
- [32] J. R. Cauchard, J. Frey, O. Zahrt, K. Johnson, A. Crum y J. A. Landay, «The positive impact of push vs pull progress feedback,» *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, vol. 3, nº 3, pp. 1-23, 2019.
- [33] X. Ren, B. Yu, Y. Lu y A. Brombacher, «Exploring cooperative fitness tracking to encourage physical activity among office workers,» *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, vol. 2, nº CSCW, pp. 1-20, 2018.
- [34] S. Mohan, A. Venkatakrisnan y A. Hartzler, «Designing an AI health coach and studying its utility in promoting regular aerobic exercise,» *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, vol. 10, nº 2, pp. 1-30, 2020.

- [35] D. Vargemidis, K. Gerling, L. Geurts y V. Vanden Abeele, «Flexible activity tracking for older adults using mobility aids — an exploratory study on automatically identifying movement modality,» de *ASSETS '22: The 24th international ACM SIGACCESS conference on computers and accessibility*, Athens Greece, 2022.
- [36] J. C. Y. Wong, J. Wang, E. Y. Fu, H. V. Leong y G. Ngai, «Activity recognition and stress detection via wristband,» de *MoMM2019: The 17th international conference on advances in mobile computing & multimedia*, Munich Germany, 2019.
- [37] J. Orlosky, O. Ezenwoye, H. Yates y G. Besenyi, «A look at the security and privacy of fitbit as a health activity tracker,» de *The 2019 ACM southeast conference*, Kennesaw, GA, USA, 2019.
- [38] T. Yan, Y. Lu y N. Zhang, «Privacy disclosure from wearable devices,» de *The 2015 workshop*, Hangzhou, China, 2015.