

Sabena, Lautaro

Cravero, Genaro Nicolás

***Diseño de aplicación web de telerrehabilitación
kinesiológica con variables gamificadas***

*Licenciatura en Producción de Videojuegos y Entretenimiento
Digital*

Fecha: 13/09/2024

Licencia:



[Deed - Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International -
Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Cita recomendada: Sabena, L. Cravero, G.N. (2024). *Diseño de aplicación web de telerrehabilitación kinesiológica con variables gamificadas*. [Trabajo final de grado]. Universidad Nacional de Rafaela.

Diseño de aplicación web de telerrehabilitación kinesiológica con variables gamificadas

Lautaro Sabena - Genaro Nicolás Cravero



UNRaf

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
RAFAELA

Trabajo Final de Carrera

Lic. En Producción de Videojuegos y Entretenimiento Digital

Resumen

Este proyecto se centra en el diseño de una aplicación web de telerrehabilitación para dispositivos móviles que busca abordar las dificultades de acceso a la rehabilitación kinesiológica orientada a personas con movilidad reducida. A partir de la implementación de la telesalud y tecnología de estimación de pose, se busca disminuir las barreras de acceso a la atención médica y proporcionar una herramienta alternativa para la rehabilitación kinesiológica, agregando valor a la experiencia de usuario con la inclusión de elementos gamificados.

Abstract

This project is focused on the design of a web application for telerehabilitation that aims to address the challenges of access to kinesiological rehabilitation for individuals with reduced mobility. Through the integration of telehealth and pose estimation technology, the goal is to reduce barriers to healthcare access and provide an alternative tool for kinesiological rehabilitation enhancing the user experience by incorporating gamified elements.

Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	1
Índice.....	2
Palabras claves.....	3
Introducción.....	3
Problema.....	4
Justificación.....	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	7
Estado del Arte.....	7
Introducción.....	7
Avances en telerrehabilitación kinesiológica.....	8
Estimación de pose.....	9
Gamificación en áreas ajenas a los videojuegos.....	10
Panorama Actual.....	11
Marco Teórico.....	12
Estrategia metodológica.....	18
Resultados.....	19
1. Relevamiento de productos existentes en el mercado.....	19
2. Análisis y selección de tecnologías a implementar.....	22
3. Elementos gamificados con potencial de ser aplicados en la Telemedicina.....	23
4. Diseño de propuesta de un Mínimo Producto Viable.....	33
Conclusión.....	55
Referencias Bibliográficas.....	56

Diseño de aplicación web para telerrehabilitación kinesiológica con implementación de variables gamificadas

Palabras claves

Telerrehabilitación, aplicación web, gamificación, telesalud, experiencia de usuario, estimación de pose.

Introducción

La rehabilitación kinesiológica es una disciplina terapéutica fundamental que tiene el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas con movilidad reducida. Sin embargo, uno de los desafíos que enfrentan los pacientes es el acceso limitado a los tratamientos y la atención personalizada que necesitan. Estas limitaciones se deben a diversas razones, como barreras geográficas, dificultades de movilidad, costos asociados al proceso de rehabilitación y restricciones de tiempo que dificultan la programación de visitas regulares a centros de rehabilitación. Además, la pandemia de COVID-19, que comenzó en 2020, intensificó estas limitaciones, ya que las medidas de aislamiento y distanciamiento social impidieron en gran medida la atención médica presencial.

En respuesta a estos desafíos, la telerrehabilitación¹ emergió como una herramienta innovadora que permite brindar tratamientos de rehabilitación a distancia, ofreciendo una alternativa viable para abordar las necesidades de los pacientes. La telerrehabilitación aprovecha la tecnología para superar las barreras geográficas y mejorar la accesibilidad a la atención médica, lo que resulta en una mayor comodidad y sostenibilidad para los pacientes. Esta modalidad de atención se ha vuelto particularmente relevante en el contexto de la rehabilitación kinesiológica, como lo señala Russell (2011), y su crecimiento ha sido exponencial en los últimos años.

¹ La telerehabilitación es una forma de telemedicina que permite a los especialistas en Medicina física y rehabilitación proporcionar servicios de rehabilitación remota directamente en el hogar del paciente o en otro lugar elegido por ellos. La telerehabilitación utiliza diferentes tipos de tecnologías de telecomunicaciones, incluidos videos, sitios web y programas de ordenador para guiar al paciente en el tipo de rehabilitación requerida.

El Laboratorio de Experiencia de Usuario (UNRaf Tec, UNRaf) es un centro de investigación dedicado a la exploración del entretenimiento digital a través de la concepción y desarrollo de videojuegos, simulaciones y experiencias de realidad virtual, aumentada y mixta, que fusiona el conocimiento, la experiencia y la tecnología con el propósito de establecer alianzas estratégicas y concebir soluciones innovadoras y productos para una variedad de industrias y organizaciones.

A fines del año 2021, una empresa de telemedicina privada situada en Rosario, Argentina, estableció contacto con el Laboratorio de Experiencia de Usuario, en búsqueda de establecer una alianza estratégica. La empresa propuso desarrollar una prueba de concepto, que consistía en tres ejercicios de telerrehabilitación mediante detección de movimientos a través de la cámara frontal de dispositivos móviles. Luego de que la prueba de concepto fuera aprobada por parte de la empresa contratante, se solicitó al equipo del Laboratorio de Experiencia de Usuario desarrollar una aplicación web² de telerrehabilitación diseñada específicamente para dispositivos móviles. Esta aplicación fue desarrollada hasta septiembre de 2022, presentando un Producto Mínimo Viable³ que no solo busca brindar servicios de telerrehabilitación, sino que también se enfoca en optimizar la experiencia del usuario a través de la incorporación de elementos gamificados. La inclusión de elementos lúdicos tiene como finalidad mantener la motivación de los pacientes y hacer que el proceso de recuperación sea atractivo y desafiante.

El diseño de esta aplicación se basa en incluir características innovadoras y gamificadas que faciliten la adhesión del usuario generando un sentido de progresión y logro. Para lograr este objetivo, se requiere la colaboración y la articulación de conocimientos de un equipo de desarrollo multidisciplinario. Este equipo combina los conocimientos aportados por los profesionales médicos, con la experiencia del equipo de desarrollo a cargo de este proyecto.

Problema

Durante los últimos años, múltiples circunstancias de escala mundial han impulsado una transformación digital de diversos aspectos de la vida cotidiana, provocando cambios

² Se denomina aplicación web a aquella herramienta que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de internet o de una intranet mediante un navegador.

³ En desarrollo de producto, el producto viable mínimo es un producto con suficientes características para satisfacer a los clientes iniciales, y proporcionar retroalimentación para el desarrollo futuro.

significativos en conductas y costumbres arraigadas socialmente. Estas transformaciones surgieron como respuesta a los desafíos planteados por condiciones como el distanciamiento social y otras medidas adoptadas a nivel global. Todos los cambios que tuvieron lugar, impactaron en variadas áreas de relaciones humanas y laborales, entre las cuales podemos identificar el área de la “salud”; área que, como tantas otras, debió buscar la manera de reinventarse y encontrar alternativas ante la imposibilidad de atención presencial de sus pacientes.

Según Russell (2011), la telesalud⁴ es una modalidad de atención que se ha hecho cada vez más necesaria y que fue creciendo de manera exponencial estos últimos años, especialmente en el área de la rehabilitación kinesiológica.

Así, de manera unilateral, la empresa contratante identificó los siguientes problemas:

- Dificultad de acceso a sesiones de rehabilitación kinesiológica para personas con movilidad reducida.
- Limitaciones geográficas y de movilidad que impiden a los pacientes recibir tratamiento de manera regular y sostenible.
- Costos asociados al proceso de rehabilitación pueden resultar elevados para algunos pacientes.
- Limitación en la calidad y cantidad en la atención médica de centros de rehabilitación.
- Dificultad de asegurar la continuidad y finalización del tratamiento por parte del paciente debido a la pérdida de motivación.

El diseño de la aplicación web de telerrehabilitación para que sea usada en dispositivos móviles, tiene como objetivo abordar estas dificultades y agregar soluciones que faciliten el acceso a la rehabilitación kinesiológica de pacientes con movilidad reducida, es decir, aquellos pacientes que los profesionales consideren que poseen limitaciones concretas en su capacidad para moverse y llevar a cabo actividades cotidianas debido a diversas condiciones de salud o discapacidades que afectan su movilidad. Con la implementación de la telesalud y la tecnología, se busca superar las barreras geográficas, económicas y de disponibilidad de atención médica, ofreciendo una alternativa eficiente y de alta calidad para la rehabilitación.

⁴ La telesalud, es el uso de tecnologías de comunicación para brindar atención médica a distancia. Estas tecnologías pueden incluir computadoras, cámaras, videoconferencia, internet y comunicaciones satelitales e inalámbricas.

Justificación

El desarrollo de una aplicación web de telerrehabilitación kinesiológica para dispositivos móviles representa un avance significativo en el campo de la atención médica, ya que brinda a los pacientes la oportunidad de acceder a tratamientos de rehabilitación por medio de sus dispositivos móviles. El propósito fundamental de este desarrollo es crear una experiencia de usuario que cumpla con las necesidades y expectativas del usuario de manera satisfactoria, en la que se integre la estimación de poses y elementos gamificados, con el fin de aportar motivación en los pacientes y hacer que el proceso de recuperación sea no solo efectivo, sino también agradable y desafiante.

El objetivo en el diseño de la aplicación es incorporar elementos diferenciadores que generen un mayor nivel de adhesión por parte de los usuarios. Al agregar componentes gamificados, como desafíos y seguimiento del progreso, se persigue estimular la motivación lúdica en el proceso de recuperación. Esta estrategia busca transformar lo que podría considerarse como una tarea rutinaria en una experiencia estimulante y motivadora. La estrategia proporciona indicadores concretos de progreso, lo que puede contribuir aún más a la sensación de satisfacción y mejora tanto para el paciente como para el médico, lo que a su vez puede causar un impacto significativo para mantener el compromiso del paciente a lo largo del tratamiento.

De esta manera, este proyecto requiere una colaboración interdisciplinaria esencial. Por un lado, se utilizan los conocimientos sobre telerrehabilitación, aportado por los profesionales médicos, los que se articulan con los conocimientos de los autores de este documento, como parte del equipo de desarrollo, especializados en elementos lúdicos y gamificación, los cuales han sido adquiridos y experimentados a lo largo de la carrera universitaria. Esta sinergia de conocimientos diversificados permite el diseño y el desarrollo de una aplicación capaz de abordar las dificultades identificadas y proporcionar una experiencia de usuario única y altamente motivadora.

Objetivo general

Diseñar una aplicación web de telerrehabilitación kinesiológica para dispositivos móviles introduciendo funcionalidades y experiencias gamificadas.

Objetivos específicos

1. Realizar un relevamiento de productos similares para identificar funciones a implementar.
2. Analizar y seleccionar las tecnologías y las herramientas digitales específicas a incorporar en el desarrollo propuesto.
3. Recopilar y seleccionar mecánicas de gamificación con potencial de ser aplicadas/implementadas en el ámbito de la telemedicina.
4. Diseñar una propuesta de Mínimo Producto Viable.

Estado del Arte

Introducción

Salud digital es una categoría que refiere a todo el ecosistema de aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en un amplio rango de aspectos que afectan el cuidado de la salud; Entonces, salud digital incluye tanto la telesalud, como la receta digital, historia clínica electrónica, inteligencia artificial y realidad virtual, portal del paciente, big data, entre otros (Ministerio de Salud Argentina, 2021).

Por otro lado, la telesalud, también conocida como e-salud, es la prestación de los servicios de salud, métodos y actividades relacionadas, utilizando las tecnologías de la información y la comunicación, especialmente donde la distancia es una barrera para recibir atención de salud. De acuerdo con De Gregorio et al. (2020), la telemedicina es una rama de la telesalud, es la disposición de servicios de salud a distancia, enfocada en la promoción, prevención, diagnóstico y tratamiento, por parte de profesionales. Estos realizan intercambios de datos a través de las tecnologías de la información y la comunicación, facilitando el acceso y brindando la oportunidad de prestar servicios a la población que presenta limitaciones o complicaciones para acceder a los servicios en su área geográfica.

La telerrehabilitación, por su parte, es una rama de la telemedicina que consiste en la provisión de servicios de rehabilitación remota mediante tecnologías de información y comunicación. De esta manera, se pueden manipular con mayor facilidad algunas áreas que se encuentran relacionadas a la rehabilitación, como lo son la evaluación, el monitoreo, intervención y supervisión (De Gregorio et al., 2020).

Avances en telerrehabilitación kinesiología

A lo largo del tiempo, la telerrehabilitación ha evolucionado gracias a los avances tecnológicos. Como señalaron Theodoros y Russell (2008), la telerrehabilitación deriva de las dificultades que suponía para las terapias que necesitan del contacto directo con un profesional de la salud, en particular en el caso de disciplinas como la fisioterapia y la terapia ocupacional. Sin embargo, a medida que la tecnología ha progresado en el ámbito del cuidado de la salud, las perspectivas de lograr una telerrehabilitación efectiva en estas terapias han experimentado notables mejoras.

El tránsito hacia la telerrehabilitación no se ha desarrollado de manera espontánea, sino que ha seguido un curso evolutivo. En la década de 1980, tuvieron lugar las primeras incursiones en esta área, que se materializaron a través de estudios piloto y el uso del teléfono para llevar a cabo seguimientos y administrar medidas de autoevaluación, cómo se encuentra evidenciado en la obra de Korner-Bitensky y Wood-Dauphinee (1995). En los años posteriores, se experimentaron en los Estados Unidos, avances significativos en el ámbito de la telerrehabilitación con la incorporación de material de video pregrabado destinado a la interacción de pacientes que sufren trastornos de la comunicación (Wertz et al., 1992).

Con la aparición de la videoconferencia en tiempo real en la década de 1990, en los Estados Unidos, se presentaron nuevas perspectivas en la telerrehabilitación. Por ejemplo, un estudio de Russell et al. (2011) comparó la telerrehabilitación en línea con la fisioterapia convencional en pacientes que habían recibido reemplazo total de rodilla. Los resultados mostraron que ambos métodos eran efectivos y que los pacientes estaban satisfechos con la telerrehabilitación (Russell et al., 2011).

El estado actual de la telerrehabilitación muestra avances significativos en la satisfacción de los pacientes y su funcionalidad. Se ha demostrado que los programas de telerrehabilitación pueden mejorar la capacidad funcional y la fuerza de los pacientes, además de ser altamente satisfactorios para ellos. Esto quiere decir que la telerrehabilitación está experimentando una evolución positiva, brindando beneficios tanto a pacientes como a profesionales de la salud (Enrique & Cordero, 2022).

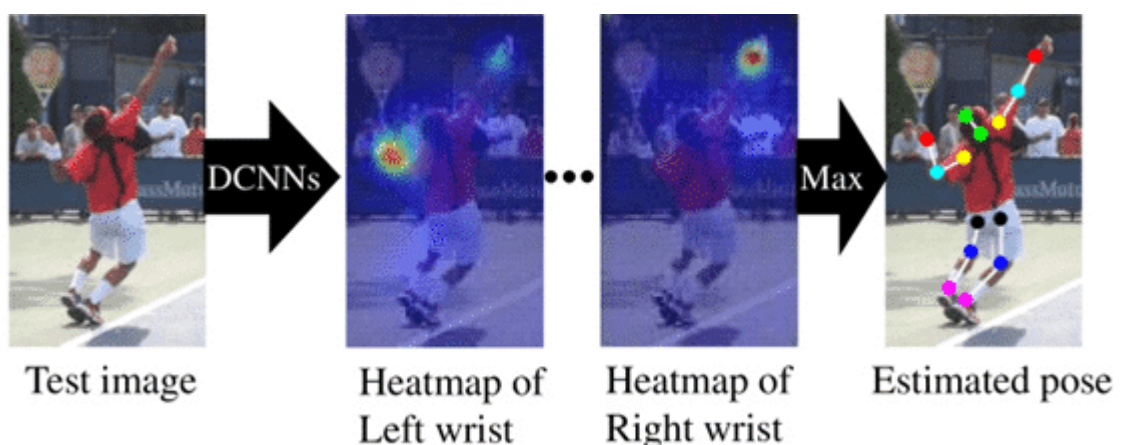
Estimación de pose

La estimación de pose es una inteligencia artificial de aprendizaje automático que deduce la pose de una persona a partir de una imagen o video, estimando las ubicaciones espaciales de partes del cuerpo específicas (puntos clave).

Se entiende por estimación de pose al proceso de determinar la posición y orientación de un objeto o entidad en un espacio tridimensional. Específicamente, en el ámbito de la visión por computadora, la estimación de pose se centra en identificar y rastrear la posición y orientación de estructuras anatómicas o elementos en imágenes o secuencias de video.

En el contexto de la tecnología, la estimación de pose es utilizada para detectar y rastrear el movimiento humano en aplicaciones como la realidad aumentada, la animación por computadora, la rehabilitación física y la interacción persona-máquina. Para lograr esto, se utilizan técnicas de procesamiento de imágenes y visión por computadora, que analizan características como la forma, los contornos y la relación espacial entre puntos clave en el objeto o la persona.

Cuando la entrada, es decir, los datos que un usuario proporciona al algoritmo en forma de imagen, contiene una o más personas, el sistema de detección de pose devuelve un mapa de calor de las articulaciones del cuerpo. En otras palabras, indica dónde podrían estar las articulaciones en la imagen. Cada articulación tiene asociada una confianza, es decir, un porcentaje de probabilidad de que la articulación que se está realizando sea la correcta. Si la imagen es definida y se puede ver claramente el cuerpo y las articulaciones, la confianza es alta. Por otro lado, si la articulación se ve mal (por ejemplo, porque está oculta tras otra parte del cuerpo), la confianza será baja.



La estimación de pose tiene potencial para ser utilizado en diversos contextos:

En el ámbito deportivo es muy útil para detectar los movimientos de deportistas realizando alguna acción. Es posible hacer desde una aplicación que enseñe a lanzar tiros libres hasta una aplicación que indique cómo mejorar el pedaleo en ciclismo.

En el entorno sanitario existen aplicaciones que miden distonías musculares para estudiar la eficacia de un tratamiento. O aplicaciones que ayudan a realizar correctamente ejercicios de fisioterapia.

En el contexto de la seguridad, se puede estudiar las poses de las personas para saber si están predispuestas a la violencia en grandes concentraciones. Las cámaras de un estadio deportivo podrían analizar la pose de la gente y enviar seguridad si detecta actividad sospechosa.

En el ámbito del entretenimiento es posible diseñar juegos que se controlan con la posición corporal.

Gamificación en áreas ajenas a los videojuegos

La gamificación, como estrategia, se basa en la incorporación de elementos, mecánicas y técnicas de diseño de juegos en situaciones y contextos ajenos a los videojuegos. Esto se realiza con el fin de atraer la participación de los usuarios y abordar desafíos o resolver problemas (Zichermann & Cunningham, 2011; Werbach & Hunter, 2012).

Cobos (2016), indica que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, en particular las aplicaciones móviles, lo que se conoce comúnmente como apps, se convierten en herramientas que en ciertos casos aumentan la eficiencia en la vida cotidiana. El uso de tecnologías digitales, que permiten el desarrollo de apps de diversas naturaleza y para ser usadas en distintas áreas, como las de la salud; también se presentan como valiosos instrumentos para empresas e instituciones en la consecución de diversas metas. Dentro de la creciente variedad de aplicaciones móviles, se encuentra un número significativo que se enfoca en la ecología y la sostenibilidad ambiental, cuyo principal propósito radica en mejorar la calidad de vida de las personas de una manera que sea respetuosa con el medio ambiente y sostenible.

Cobos (2016), subraya que las apps no se encasillan únicamente a la creación de

interfaces atractivas o funciones útiles. En la mayoría de los casos, se centran en estrategias que fomentan la participación sostenida de los usuarios. Esto se logra mediante la gamificación, que implica la incorporación de recompensas y reconocimientos para mantener un alto nivel de compromiso. En consecuencia, tareas que no son naturalmente lúdicas, se convierten en experiencias más atractivas y amenas.

Navarro (2019), afirma que la gamificación en la educación es efectiva porque se aprovecha de la capacidad del cerebro para identificar patrones y, al hacerlo, realizar predicciones. Cuando estas predicciones resultan correctas, el cerebro libera dopamina, asociada con la sensación de placer, lo que desempeña un papel crucial en la motivación.

Para fomentar la participación activa de los estudiantes de una materia de medicina, la autora implementó diversas herramientas web con funcionalidades gamificadas, al final de las sesiones de aulas inversas, incluyendo enlaces a las páginas. Realizó una encuesta, en la que participaron 65 estudiantes, los resultados revelan que el 66% encontró útiles las herramientas para practicar para un parcial, y el 28% las utiliza al final de dar un tema, a modo de autoevaluación. En cuanto a la utilidad para los parciales, el 46% afirmó que les resultaron útiles, el 46% respondió "Tal vez" y el 8% dijo que no. Estos datos indican que la incorporación de herramientas web ha tenido un impacto positivo en la participación y preparación de los estudiantes.

Panorama Actual

En el ámbito de la telerrehabilitación, la evolución ha sido notable. Comenzando con experimentos que utilizaban el teléfono para el seguimiento de pacientes, se han experimentado avances con la introducción de la videoconferencia en tiempo real en la década de 1990. Estos avances han demostrado ser efectivos y satisfactorios para los pacientes. Actualmente, la telerrehabilitación se enfoca en mejorar la capacidad funcional y la fuerza de los pacientes, brindando una experiencia centrada en el hogar y fomentando una mayor interacción entre pacientes y profesionales (Enrique & Cordero, 2022).

En paralelo, la estimación de pose ha emergido como una tecnología innovadora que desempeña un papel crucial en diversos campos, incluida la atención médica. Esta técnica utiliza algoritmos de inteligencia artificial para deducir la posición y orientación de un objeto

o entidad en un espacio tridimensional, lo que permite, por ejemplo, detectar y rastrear el movimiento humano. Al integrar la estimación de pose en la atención médica, se pueden desarrollar aplicaciones que ayuden a mejorar la precisión y eficacia de los programas de rehabilitación física, proporcionando a los profesionales de la salud información detallada sobre el movimiento del paciente y su progreso durante el tratamiento.

En cuanto a la gamificación, se ha consolidado como una estrategia efectiva para fomentar la participación de los usuarios en diversos contextos. Específicamente en el ámbito de las aplicaciones móviles, esta técnica ha demostrado su capacidad para mantener la participación continua de los usuarios, gracias a la incorporación de recompensas y reconocimientos. Esto convierte tareas que no son naturalmente lúdicas en experiencias atractivas, lo que resulta en un aumento de la participación de los usuarios (Cobos, 2016).

Estos avances indican que la telerrehabilitación y la gamificación desempeñan un papel crucial en la atención médica, mejorando la calidad de vida de los pacientes y proporcionando herramientas más efectivas a los profesionales de la salud. En conjunto, estos avances prometen un futuro más eficiente y centrado en el paciente en la atención médica.

Marco Teórico

Para poder realizar un correcto diseño de una aplicación web de telemedicina para dispositivos móviles, es esencial comprender los conceptos fundamentales para este ámbito.

Con la evolución de la telerrehabilitación y la tecnología, se consiguió superar barreras de acceso a la atención médica. Ordoñez Mora (2014) indica que muchos individuos con accidentes cerebro vasculares (ACV) tienen serios desafíos, ya que deben viajar a una instalación para recibir cuidados, y por diversos motivos no pueden trasladarse hasta el hospital. Los programas basados en la telesalud pueden superar estas barreras de acceso y llegar a grupos de pacientes vulnerables, como las personas que se encuentran en situaciones socioeconómicas desfavorables, como aquellos con bajos ingresos o que residen en zonas rurales.

Ordoñez Mora (2014) afirma que el uso de la telemedicina reduciría el contacto de manera presencial y el tiempo de viaje a los centros de rehabilitación reduciendo potencialmente el costo de la intervención. Esto a su vez colaborará con la continuidad del

tratamiento, facilitando la transición al hospital y animando a las personas para dirigir su propia rehabilitación a largo plazo.

En un estudio realizado en 2014 por Ordoñez Mora con pacientes post ACV, se obtuvieron resultados satisfactorios en cuanto a la recuperación funcional obtenida. Además, en un estudio comparativo presentado por la misma autora en pacientes post artroplastia de rodilla, los resultados sugieren que la telerrehabilitación en casa es tan eficaz como la atención habitual en la reducción de la discapacidad y la mejora de función después de dos meses de tratamiento.

Un estudio realizado por Tenforde et al. (2020), tuvo como objetivo analizar la viabilidad y la satisfacción relacionada con la telerehabilitación. En el marco de esta investigación, se empleó una muestra conformada por doscientos cinco participantes. La metodología consistió en que los pacientes completaran encuestas en línea tras someterse a una sesión de telerrehabilitación. La mayoría de los participantes eran mujeres que seguían programas de fisioterapia para visitas programadas destinadas a tratar discapacidades y lesiones en las extremidades inferiores. En los resultados se obtuvieron altas calificaciones, con respuestas en su mayoría calificadas como "excelentes" o "muy buenas", tanto en lo que respecta a las medidas enfocadas en la experiencia del paciente como en la valoración de futuras visitas de telemedicina y su relación con las sesiones de telerehabilitación.

Tabla 1

Características demográficas de los pacientes y de las visitas de telerehabilitación, n (%)

Sex		Type of visit	
Girl or woman	110 (53.7)	New	26 (12.7)
Boy or man	92 (44.9)	Follow-up, established issue	164 (80.0)
Transgender (man)	3 (1.5)	Follow-up, new issue	15 (7.3)
Age, years		Duration of visit, minutes	
0-7	52 (25.4)	0-14	1 (0.5)
8-12	13 (6.3)	15-29	22 (10.7)
13-17	8 (3.9)	30-44	122 (59.5)
18-34	25 (12.2)	45-59	54 (26.3)
35-64	67 (32.7)	≥60	6 (2.9)
≥65	40 (19.5)		
Insurance status		Reason for visit	
Insured	205 (100)	Spine condition	17 (8.3)
Uninsured	0	Sports injury	32 (15.6)
Typical travel time, minutes		Nonsports injury	19 (9.3)
5-15	47 (22.9)	Upper limb injury	9 (4.4)
15-29	49 (23.9)	Lower limb injury	34 (16.6)
30-59	64 (31.2)	Concussion	2 (1.0)
60-89	34 (16.6)	Balance impairment	11 (5.4)
90-120	10 (4.9)	Post-stroke	11 (5.4)
Family or friend involvement		Posttraumatic brain injury	11 (5.4)
Yes, present	80 (39.0)	Postspinal cord injury	0
Yes, remote	18 (8.8)	Other neurologic injury	11 (5.4)
No	107 (52.2)	Parkinson disease	2 (1.0)
Type of therapist		Multiple sclerosis	2 (1.0)
Physical	110 (53.7)	Pediatric orthopedics	6 (2.9)
Occupational	29 (14.1)	Pediatric neurology	36 (17.6)
Speech and language	63 (30.7)	Other	42 (20.5)
Other	3 (1.5)		

Nota. Tenforde et al. (2020).

En un estudio realizado por Ribeiro et al. (2022) con el propósito de analizar cómo un programa de telerrehabilitación influye en la funcionalidad y satisfacción de las personas afectadas por el COVID-19 en un entorno de hospital público (Hospital del Salvador, Chile), se estudiaron los resultados de veinte adultos que participaron en un programa de telerrehabilitación entre junio y octubre de 2020. Se evaluaron aspectos como su capacidad funcional, fuerza en las piernas, estado funcional, nivel de fatiga y su capacidad para realizar actividades diarias. Después de completar el programa de telerrehabilitación, los pacientes experimentaron mejoras en su capacidad funcional y fuerza en las piernas. También, vieron una mejora en su estado funcional y en su capacidad para llevar a cabo actividades diarias por sí mismos. Los pacientes se mostraron satisfechos con el programa. No hubo cambios

significativos en los niveles de fatiga después del programa. En resumen, este estudio respalda la eficacia de la telerrehabilitación para los usuarios, ya que ayuda a mejorar la funcionalidad y la satisfacción de los pacientes.

La telerrehabilitación aporta beneficios tanto a los pacientes como a los profesionales de la salud, ya que permite a los pacientes recibir atención en la comodidad de su hogar, facilitando al mismo tiempo el monitoreo de su progreso. Además, ofrece un nivel de interacción profesional, lo que significa que los pacientes pueden mantener un contacto cercano con sus terapeutas, recibir orientación y discutir su evolución. Durante la pandemia del COVID-19, se ha acentuado este enfoque centrado en el hogar. Este período estableció las bases para un cambio significativo en las funciones y la valoración de la rehabilitación o terapia física (Enrique & Cordero, 2022).

Por otro lado, una aplicación web es un software que funciona en un navegador web. A diferencia de las aplicaciones tradicionales que se deben descargar e instalar en un dispositivo, una aplicación web se ejecuta en línea, en un servidor remoto, y se utiliza a través de un navegador web, como pueden ser Google Chrome y Mozilla Firefox, que se encuentran entre las opciones más populares. Las empresas tienen que intercambiar información y proporcionar servicios de forma remota. Las aplicaciones web se utilizan para comunicarse con los clientes cuando lo necesiten y de una forma segura. Las funciones más comunes de los sitios web, como los carros de compra, la búsqueda y el filtrado de productos, la mensajería instantánea y los canales de noticias de las redes sociales, tienen el mismo diseño que las aplicaciones web. Le permiten acceder a funcionalidades complejas sin la necesidad de instalar o configurar un software (Amazon Web Services [AWS], s.f)

La experiencia de usuario (UX), cómo lo definen Berni y Borgianni (2021), es el intercambio entre un ser humano y un sistema, considerando aspectos que van más allá de la interfaz humana y de la usabilidad. La comprensión de las necesidades de los usuarios es el núcleo para obtener una experiencia de usuario ideal. Los diseñadores deben satisfacer dichas necesidades proporcionando a los usuarios una interacción de tipo humano-producto, la cual sea fluida y sin sentimientos negativos como la frustración y la ira. La simplicidad en el uso se encuentra entre los medios para lograr lo que se denomina como alegría de uso. Para perseguir este objetivo, se requiere un enfoque interdisciplinario que implique los esfuerzos conjuntos de personas de los campos de la ingeniería, el marketing, la gráfica, el diseño industrial y el diseño de interfaces.

Para mejorar la experiencia del usuario en aplicaciones web, es esencial un diseño cuidadoso. El diseño de una aplicación web refiere al proceso de planificar, crear y estructurar una aplicación que se ejecuta en un navegador web. Implica la conceptualización y desarrollo de la interfaz de usuario, la arquitectura de la aplicación, y la implementación de características funcionales.

La interfaz de usuario es la parte del software que actúa como intermediario para que las personas puedan interactuar con un ordenador o aplicación y viceversa. La interfaz de usuario tiene esencialmente dos componentes: la entrada y la salida. La entrada es cómo una persona le comunica sus necesidades o deseos a la computadora. Esto podría realizarse con un teclado, ratón, dedo e incluso con la voz de uno. La salida es la forma en que la computadora transmite los resultados a lo solicitado por el usuario (Albornoz, 2014).

La arquitectura de aplicaciones web es un esquema de cómo interactúan entre sí los distintos componentes de tu aplicación web. Esto va desde definir la relación entre el cliente y el servidor, hasta definir las interrelaciones entre los datos contenidos en el *backend*, *frontend* o la interfaz de programación de aplicaciones (Harsh, 2022).

Por el lado del usuario, se encarga de las funcionalidades que conectan con la interfaz de usuario, como los botones y los cuadros con menús desplegables. Cuando el usuario final hace clic en el enlace de la aplicación web, el navegador carga un *script* o código del lado del cliente y renderiza los elementos gráficos y el texto para la interacción del usuario. Por ejemplo, el usuario puede leer contenidos, ver videos o cumplimentar la información de un formulario de contacto.

La gamificación es un enfoque que puede mejorar la experiencia del usuario en aplicaciones web de telerehabilitación, esta técnica que se encuentra presente en entornos ajenos al de los videojuegos, como el área de la educación o el de la salud. El concepto de gamificación no está directamente relacionado con el diseño de videojuegos, sino con el componente adictivo de los mismos, que aplicado en entornos diferentes pretende atraer al usuario y lograr que realice ciertas acciones de forma satisfactoria. Según Cook (2013), cualquier proceso que cumpla las siguientes premisas puede ser transformado en un juego o ser gamificado: la actividad puede ser aprendida; las acciones del usuario pueden ser medidas y los *feedbacks* pueden ser entregados de forma oportuna al usuario. Básicamente, la gamificación intenta satisfacer los deseos o necesidades humanas fundamentales, tanto en el mundo real como en el virtual, tales como: el reconocimiento, la recompensa, el logro, la competencia, la colaboración, la autoexpresión y el altruismo. Para ello, utiliza distintos

elementos que junto a la estética del juego, crearán la experiencia del jugador. Según Kevin Werbach y Dan Hunter (2012), los tres elementos son las dinámicas, las mecánicas y los componentes. Las dinámicas son el concepto, la estructura implícita del juego. Las mecánicas son los procesos que provocan el desarrollo del juego y pueden ser de distintos tipos, tales como las mecánicas sobre el comportamiento que se encuentran centradas en el comportamiento y la psique humana, las de retroalimentación, que están relacionadas con el ciclo de retroalimentación en la mecánica de juego, y las mecánicas de progresión, que son la acumulación de habilidades significativas. Por su parte, los componentes son las implementaciones específicas de las dinámicas y mecánicas: avatares, escudos, puntos, colecciones, rankings, niveles, equipos, bienes virtuales, etc. Hay componentes más populares que otros, siendo los principales los puntos, los escudos y las tablas de clasificación ó PBLs (*Points, achievement Badges & Leader boards*). Cabe destacar que los elementos no son el juego, lo que hace el juego es lo que resulta de la unión de estos elementos y cómo logra que el jugador o jugadora se divierta.

Para gamificar una actividad es necesario encontrar la forma correcta de motivar a la persona en el momento adecuado. Por ello, es importante conocer los diferentes tipos de motivaciones. Las intrínsecas son inherentes a la persona, lo realiza por su propio bien o interés o para contribuir a un bien común. Mientras que las extrínsecas son exteriores a la persona y lo realiza por la recompensa o *feedback*. También es importante el componente social, o lo que es lo mismo, el contar con otras personas con las que competir, colaborar y comparar logros. En el juego social, los objetivos pueden ser competitivos o colaborativos.

La estimación de la pose humana, según Stenum et al. (2021), se basa en avances recientes en visión por computadora para rastrear automáticamente puntos de referencia anatómicos, llamados puntos clave, del cuerpo humano a partir de videos digitales. Entre los ejemplos de posibles puntos clave rastreados se incluyen el tobillo, la rodilla, la cadera, la muñeca, el codo, el hombro, el pie, la mano y la cara (oídos, ojos, nariz y boca). Los algoritmos actuales de última generación utilizados para rastrear las poses humanas se han entrenado en base a grandes conjuntos de datos de imágenes digitales y/o vídeos de movimiento humano en los que los puntos clave se han anotado manualmente. Esto permite el seguimiento automatizado del movimiento humano basado en vídeo, con la mayor precisión alcanzada para movimientos similares a los del conjunto de datos de entrenamiento.

El resultado principal de la estimación de pose es una serie de coordenadas de píxeles bidimensionales de los puntos clave rastreados, tal como aparecen proyectados en el sensor

de imagen de la cámara. Estos permiten obtener muchos parámetros asociados con el movimiento. Por ejemplo, la estimación de la postura se ha utilizado para estudiar la locomoción humana y proporcionar medidas cinemáticas como los ángulos de las articulaciones de las extremidades inferiores; medidas espacio-temporales como la velocidad de la marcha, la longitud del paso y el tiempo del paso; y calificaciones clínicas como el índice de desviación de la marcha en pacientes con parálisis cerebral o puntuaciones de la marcha MDS-UPDRS para personas con enfermedad de Parkinson (Stenum et al., 2021).

Estrategia metodológica

Este proyecto se enmarca en un diseño cualitativo y adopta una metodología participativa como enfoque principal. Bernal (2010) afirma que la metodología participativa se caracteriza por promover un intercambio constante y activo entre los miembros del equipo de desarrollo con los propietarios del producto y los profesionales de la salud. Implica la colaboración estrecha de todos los involucrados en la toma de decisiones y en el proceso de diseño, lo que fomenta la unión del conocimiento diversificado de los participantes. Además, permite una resolución efectiva de problemas y una toma de decisiones más informada.

El enfoque participativo crea un ambiente colaborativo en el cual todos los miembros del equipo contribuyen activamente al desarrollo del proyecto. En este contexto, se aprovechan los conocimientos y perspectivas variadas, lo que resulta en soluciones más completas y adecuadas. En particular, se unen los conocimientos técnicos del equipo de desarrollo con la experiencia en atención médica de los profesionales de la salud, lo que da lugar a un enfoque holístico en el diseño de la aplicación.

Para llevar a cabo esta metodología de trabajo, se planifican reuniones periódicas que se realizan de manera remota. En las primeras reuniones, se abordan los aspectos clave del proyecto y se establecen los objetivos y el alcance de la aplicación. Estas reuniones iniciales sientan las bases para el desarrollo posterior. Las reuniones subsiguientes actúan como instancias de validación, donde se verifica que el desarrollo esté alineado con los requerimientos previamente establecidos. Este enfoque iterativo permite realizar ajustes y mejoras a medida que avanza el proyecto, garantizando que se cumplan los objetivos de manera efectiva y eficiente.

Resultados

1. Relevamiento de productos existentes en el mercado

En el marco de los objetivos específicos previamente establecidos, se presenta a continuación un cuadro comparativo de doble entrada que analiza las ofertas de servicios de telemedicina proporcionados por algunas de las obras sociales del país. Este cuadro tiene como finalidad proporcionar una visión integral de las prestaciones de telemedicina ofrecidas por estas instituciones y destacar similitudes y diferencias significativas en sus enfoques.

OBRA SOCIAL	¿TIENE SERVICIO DE TELEMEDICINA?	TIPO DE APLICACIÓN	VIDEO CONSULTA MÉDICA EN TIEMPO REAL	PORTAL DE PACIENTE	HISTORIA CLÍNICA DIGITAL	TIPO/S DE CONSULTA	CHAT CON EL PROFESIONAL	ELEMENTOS GAMIFICADOS	CONTIENE ANUNCIOS	INTERFAZ INTUITIVA	VALORACIÓN DE LOS USUARIOS
IOMA	SI	APP	SI	SI	SI	GUARDIA O ESPECIALISTAS	NO	NO	SI	ALTO	4,6
OSDE	SI	APP / WEB APP	SI	SI	SI	GUARDIA O URGENCIAS	NO	NO	NO	MEDIO	2,7
SWISS MEDICAL	SI	APP / WEB APP	SI	SI	SI	GUARDIA O ESPECIALISTAS	SI	NO	NO	BAJO	4,1
MEDIFE	SI	APP / WEB APP	SI	SI	SI	GENERAL O ESPECIALISTAS	NO	NO	NO	MEDIO	3,3
GALENO	SI	APP	SI	SI	SI	GENERAL O ESPECIALISTAS	NO	NO	NO	ALTO	3,0
OMINT	SI	APP / WEB APP	SI	NO	NO	GENERAL O ESPECIALISTAS	NO	NO	NO	MEDIO	4,5
AVALIAN	SI	APP	SI	NO	NO	GENERAL O ESPECIALISTAS	NO	NO	NO	MEDIO	3,6
SANCOR SALUD	SI	APP / WEB APP	SI	SI	SI	GUARDIA O ESPECIALISTAS	NO	NO	NO	BAJO	2,8
PREVENCIÓN SALUD	SI (Tercerizado)	APP	SI	SI	NO	GUARDIA O ESPECIALISTAS	NO	NO	NO	ALTO	4,7
MEDICUS	SI	APP / WEB APP	NO	SI	SI	GENERAL O URGENCIAS	NO	NO	NO	BAJO	2,4

Fuente: Investigación propia.

Nota: La información se basa en datos disponibles hasta la fecha de este análisis y está sujeta a cambios. Los resultados de la interfaz y experiencia del usuario reflejan la percepción general de los usuarios en la Google Play Store.

Cuadro comparativo de Obras Sociales - Telemedicina

El cuadro se centra en analizar y comparar las características de los servicios de telemedicina brindados por diferentes obras sociales. El principal tema a considerar es si estas obras sociales cuentan con servicios de telemedicina y, de ser así, qué medios utilizan para entregar este servicio a sus usuarios. A partir de este análisis, se identificaron varios puntos de relevancia, basados en elementos comunes entre las obras sociales y otros componentes comúnmente encontrados en diversas aplicaciones web relacionadas con la atención médica.

Un punto común es que todas las obras sociales analizadas ofrecen algún tipo de servicio de telemedicina, ya sea aplicación móvil o aplicación web. Sin embargo, no todas brindan acceso a este servicio con ambos tipos de aplicación.

En cuanto a las características de los servicios de telemedicina, se identificó que de las diez obras sociales analizadas, nueve brindan videoconsultas en tiempo real con profesionales de la salud. Además, la mayoría de estos servicios incluyen un apartado para pacientes, que facilitan la interacción y el acceso a información relevante para los usuarios. Se observa que la mayoría de los servicios permiten a los usuarios acceder a sus registros médicos de forma digital, mejorando la gestión y seguimiento de la atención médica.

Sin embargo, una de las diez obras sociales ofrece con su servicio de telemedicina la posibilidad de intercambiar mensajes con profesionales sanitarios.

Asimismo, se ha constatado la presencia de publicidad en una de las diez aplicaciones y plataformas web que prestan estos servicios.

Como un punto singular, se ha identificado que ninguna de las diez obras sociales ha implementado elementos o funcionalidades gamificadas en sus servicios de telemedicina. Este resultado sugiere un área de oportunidad para la innovación en este campo, ya que la gamificación podría aumentar la participación y el compromiso de los pacientes en su atención médica.

Como parte de la experiencia de usuario, se evaluó la interfaz de cada servicio. Para ello se tuvieron en cuenta aspectos como la disposición del menú, el uso de iconos y palabras que ayuden a los usuarios a comprender cómo funciona cada segmento y, especialmente, los comentarios de los usuarios. Estas revisiones brindan información valiosa sobre si las aplicaciones móviles disponibles en Google Play Store son fáciles de usar.

Una relación particular que se ha observado gracias a los comentarios de los usuarios, es que las aplicaciones con interfaces intuitivas tienden a recibir calificaciones más altas por parte de los usuarios de Google Play Store. Esto demuestra que la usabilidad y la experiencia del usuario son aspectos esenciales para brindar satisfacción a los beneficiarios de estos servicios.

Dicho cuadro comparativo ofrece una visión general de los servicios de telemedicina que ofrecen las diferentes obras sociales, destacando los métodos de acceso, las características del servicio y las experiencias de los usuarios en las aplicaciones móviles.

La información detallada, permite analizar e identificar las funciones clave que se deben implementar en un servicio de telemedicina, basándose en las observaciones realizadas en las obras sociales mencionadas. A continuación, se describen algunas de las funciones identificadas a partir de los casos previamente analizados:

1. **Tipo de aplicación:** La implementación de una aplicación móvil o una aplicación web para dispositivos móviles como medio de acceso para los usuarios.
2. **Videoconsulta médica en tiempo real:** La disponibilidad de videoconsultas en tiempo real con profesionales de la salud, lo que permite la interacción en línea entre médicos y pacientes.
3. **Portal de paciente:** La creación de un portal específico para pacientes, que facilita la gestión de la atención médica y el acceso a informes.
4. **Historia clínica digital:** La posibilidad de acceder a historias clínicas digitales, lo que mejora la gestión y el seguimiento de la atención médica del paciente.
5. **Tipos de consulta:** Consultas con médicos especialistas en rehabilitación kinesiología.
6. **Elementos gamificados:** La inclusión de elementos de gamificación en la aplicación o plataforma, que pueden hacer que la experiencia del usuario sea más atractiva y motivadora.
7. **Interfaz intuitiva:** La implementación de una interfaz de usuario que sea fácil de usar y que permita una navegación sencilla para los beneficiarios.

El cuadro comparativo destaca que la mayoría de las obras sociales ofrecen servicios de telemedicina, con variaciones en el tipo de aplicación. Las características comunes incluyen video consultas en tiempo real, portales para pacientes y acceso a historias clínicas

digitales. La usabilidad y la interfaz intuitiva son clave para la satisfacción del usuario. Estos resultados apoyan la identificación de funciones esenciales para implementar en servicios de telemedicina, con el objetivo de mejorar la atención médica a distancia y la experiencia del usuario.

2. Análisis y selección de tecnologías a implementar

El equipo de desarrollo realizó un desglose de las tecnologías disponibles a ser utilizadas en este proyecto para luego ser comparadas en un cuadro comparativo y así poder tomar la decisión de cuál es el más afín para la aplicación a desarrollar. Se concluyó el relevamiento con las siguientes alternativas:

- MoveNet Lightning
- MoveNet Thunder
- ML Kit
- BlazePose MediaPipe

	Precisión	Latencia	Rendimiento (Xiaomi mi9T)	Consumo de recursos	Portabilidad	Método de captura	Documentación
MoveNet Lightning	Media	Baja	15-20 FPS	Bajo	Android/iOS/web app	Imagen/Video	Mucha
MoveNet Thunder	Alta	Alta	7-12 FPS	Alto	Android/iOS/web app	Imagen/Video	Mucha
ML Kit	Alta	Media	Pixel 4: 21 FPS	Medio	Android/iOS	Imagen/Video	Media
BlazePose MediaPipe	Alta	Baja	6-13 FPS	Alto	Android/iOS/web app	Imagen/Video	Poca

Se decidió emplear MoveNet Lightning por las siguientes razones:

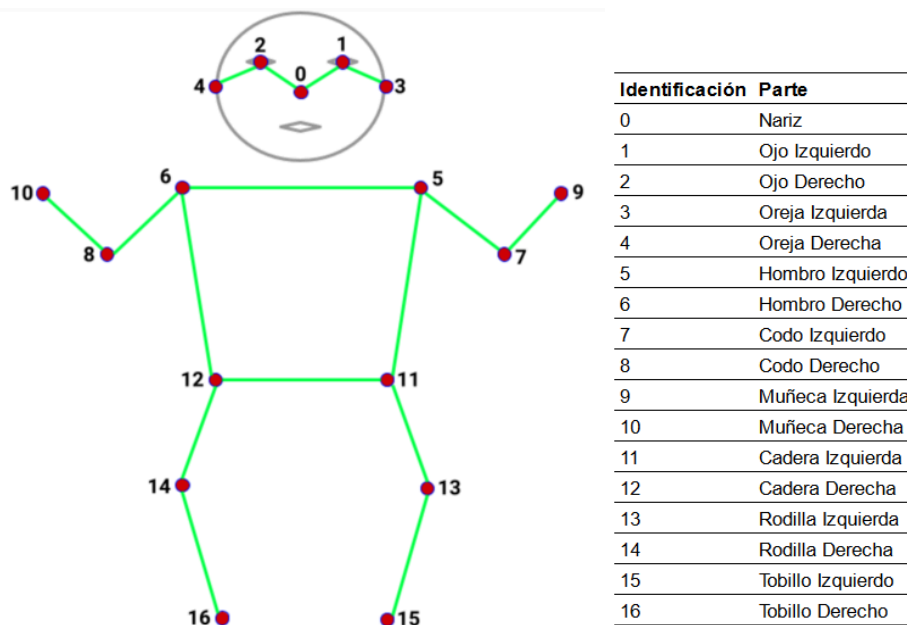
- Se emplea mediante TensorFlow.js, biblioteca de código abierto y gratuito.
- No es necesario descargar archivos o paquetes.
- Simple uso, no es necesario realizar configuraciones.
- Se puede desarrollar como aplicación web.

- Gran versatilidad, portable para celulares, computadoras y tablets.
- Elevada privacidad, ya que los datos se almacenan de manera local.
- Cuenta con una gran documentación disponible en internet.
- Buen rendimiento en dispositivos de gama media y baja.
- Bajo consumo de batería.

Es importante tener en cuenta el hecho de que la estimación de poses simplemente estima dónde están las articulaciones clave del cuerpo y no reconoce quién está en una imagen o video.

Los modelos de estimación de pose toman una imagen de cámara procesada como entrada y salida de información sobre puntos clave. Los puntos clave detectados se indexan mediante un ID de pieza, con una puntuación de confianza entre 0,0 y 1,0. La puntuación de confianza indica la probabilidad de que exista un punto clave en esa posición.

Por otro lado, el modelo de estimación de pose MoveNet detecta hasta 17 puntos claves en una persona.



3. Elementos gamificados con potencial de ser aplicados en la Telemedicina

La gamificación, una estrategia derivada del mundo de los juegos, ha demostrado ser una herramienta poderosa para aumentar la participación, motivación y compromiso de los usuarios en diversos contextos, incluyendo aplicaciones digitales. Al incorporar elementos característicos de los juegos en entornos no lúdicos, se crea una experiencia más atractiva y gratificante para quién interactúe con dicho entorno.

En este sentido, los elementos de gamificación constituyen las piedras angulares de esta estrategia, proporcionando los incentivos y mecánicas que guían y premian la interacción del usuario con la aplicación. Mediante sistemas de puntos, desafíos, recompensas y otros componentes, se busca no solo entretener, sino también educar, motivar y fomentar la persistencia en la consecución de metas y objetivos. Mediante su implementación estratégica, se pretende no solo optimizar la usabilidad, sino también cultivar una relación duradera entre el usuario y la plataforma.

Estos elementos no solo aumentan la retención de usuarios y la eficacia de la aplicación, sino que también generan un ambiente propicio para el crecimiento y la satisfacción del usuario. En última instancia, los elementos de gamificación no solo transforman la forma en que los usuarios interactúan con la aplicación, sino que también promueven un sentido de logro, motivación y superación personal que trasciende la experiencia digital.

En el siguiente apartado, se explicarán detalladamente los elementos de gamificación más relevantes y su influencia en la experiencia del usuario, abordando su uso en un contexto amplio de aplicaciones en general:

1. **Sistema de Puntos y Recompensas:** Otorgar puntos por completar tareas o alcanzar logros. Estos puntos pueden acumularse y canjearse por recompensas virtuales o incluso reales.
2. **Niveles y Desbloqueo de Contenido:** Dividir el progreso del usuario en niveles. Al completar ciertas acciones o tareas, el usuario avanza de nivel, lo que puede desbloquear contenido adicional o funcionalidades avanzadas.

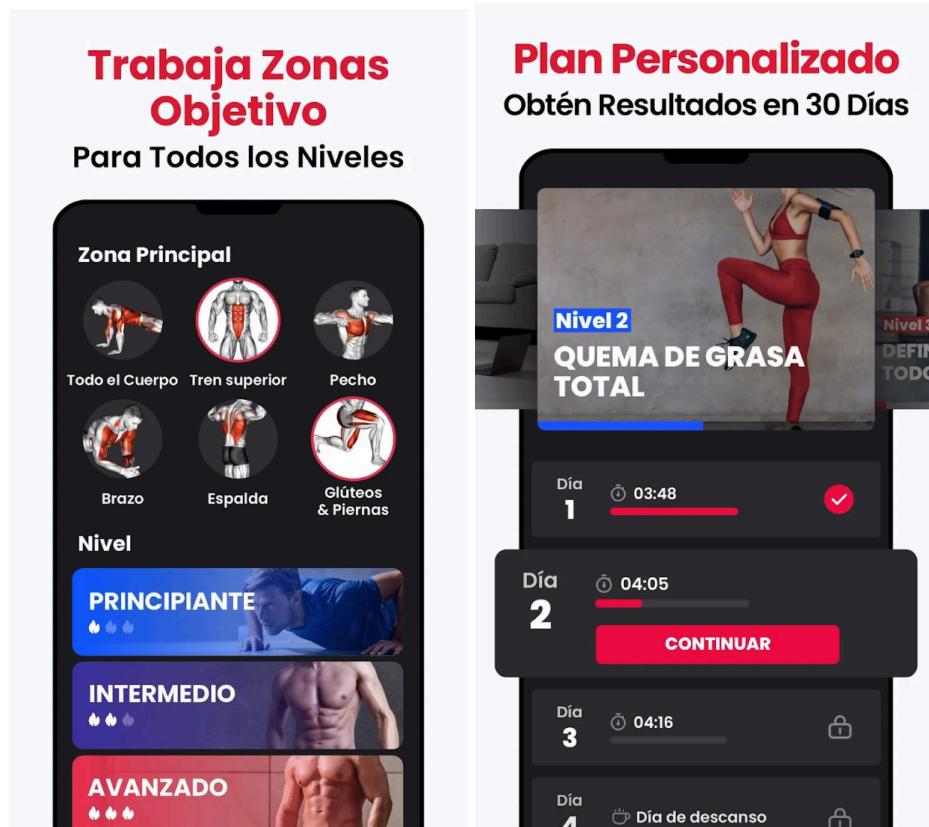
3. **Metas y Desafíos:** Establecer objetivos claros y específicos que los usuarios deben alcanzar. Esto proporciona un sentido de propósito y dirección, motivando a los usuarios a seguir participando.
4. **Competencia y Rankings:** Fomentar la competencia sana al permitir que los usuarios se comparen con otros, ya sea en tiempo real o a través de clasificaciones. Esto puede estimular la motivación y el deseo de superación.
5. **Feedback y Retroalimentación:** Proporcionar comentarios inmediatos y claros sobre el rendimiento del usuario. Reconocer logros y proporcionar sugerencias de mejora es fundamental para mantener la motivación. También, utilizar diferentes formas de retroalimentación, como visuales, auditivas o táctiles, para proporcionar una experiencia más inmersiva y enriquecedora.
6. **Personalización y Avatares:** Permitir a los usuarios personalizar sus perfiles o avatares. Esto crea un sentido de identidad y propiedad en la aplicación.
7. **Reconocimientos Sociales:** Permitir a los usuarios compartir sus logros en redes sociales o dentro de la comunidad de la aplicación. Esto puede proporcionar una sensación de logro y reconocimiento externo.
8. **Retos y Misiones Diarias o Semanales:** Ofrecer actividades o tareas específicas que los usuarios deben completar en un plazo determinado. Esto crea un sentido de urgencia y compromiso a corto plazo.
9. **Sistema de Logros y Trofeos:** Otorgar reconocimientos especiales por alcanzar ciertos hitos o logros significativos. Esto puede impulsar la motivación y el sentido de progreso.

Es importante recordar que la implementación de elementos de gamificación debe estar alineada con los objetivos y la naturaleza de la aplicación, y debe ser diseñada de manera que mejore la experiencia del usuario en lugar de distraer o dificultar la interacción.

Un ejemplo de una aplicación gamificada exitosa, es “Entrenamiento en casa: Fitness” de Leap Fitness Group. La misma cuenta con más de 5 millones de descargas y una puntuación de 4,9 estrellas en la Play Store de Google, al día de la fecha del desarrollo de este proyecto. Esta aplicación cuenta con una gran base de usuarios activos por día principalmente por la cantidad de elementos gamificados que incorpora y por lo bien integrados que se encuentran. A continuación se adjuntan capturas de la misma junto a la funcionalidad gamificada que incorpora:

Metas y desafíos

Feedback y Retroalimentación



Aplicación: Entrenamiento en casa: Fitness

Sistema de Logros y Trofeos



Aplicación: Entrenamiento en casa: Fitness



Aplicación IncludeHealth con tecnología MoveNet y TensorFlow.js

IncludeHealth es una aplicación de una empresa de telemedicina estadounidense que innovó al incorporar elementos de progresión y elementos gamificados a los tratamientos de telerrehabilitación que le otorga a sus pacientes. Dicha aplicación es la primera en incluir un modelo de estimación de pose en el área de la medicina.

Este modelo está entrenado en posturas de fitness, danza y yoga. IncludeHealth integró el modelo en su aplicación y comparó el rendimiento de MoveNet con el de otros detectores de pose disponibles:

Eder Ryan (s.f.) menciona que el modelo MoveNet ha sido clave para equilibrar velocidad y precisión, permitiendo avances significativos en la atención médica a distancia. Gracias a esta tecnología, la siguiente generación de salud remota ha sido posible, con Google como un socio colaborativo clave en este proceso (IncludeHealth, s.f.).

Como siguiente paso, IncludeHealth se vincula sistemas hospitalarios, planes de seguros y el ejército para permitir la extensión de la atención y la capacitación tradicionales más allá de las instalaciones físicas.



Exer Health es una aplicación que funciona con una red neuronal convolucional entrenada en millones de conjuntos de datos personalizados que permiten comprender el movimiento, las posturas y los ejercicios humanos. Incorpora técnicas de aprendizaje automático que educan a la plataforma sobre la mecánica matizada de los datos de movimiento, como el análisis de pose, la detección de errores de forma y el conteo automático de repeticiones.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, las empresas de telemedicina argentinas no incorporan funcionalidades gamificadas. Es por esto que, tomando como referencia los productos de empresas extranjeras analizados, se decide incorporar los siguientes elementos gamificados:

- **Esqueleto corporal en tiempo real**

La integración de la funcionalidad de dibujo de esqueleto en tiempo real en aplicaciones de telerehabilitación marca un hito importante en el campo de la medicina y la rehabilitación. Esta característica permite la visualización y el análisis de los movimientos de un paciente a través de una representación gráfica en tiempo real de su estructura ósea, lo que tiene un profundo impacto en cómo se monitorea y guía su recuperación.

El dibujo esquelético en tiempo real proporciona una herramienta de visualización muy eficaz para evaluar y ajustar la técnica del movimiento. Al proporcionar una representación gráfica precisa de la posición y alineación de las articulaciones, los profesionales de la salud pueden identificar inmediatamente

cualquier desviación durante la ejecución de ejercicios y actividades de telerrehabilitación. No solo se trata de una mejora en la precisión de la retroalimentación proporcionada al paciente, sino que también permite realizar ajustes en tiempo real para optimizar la eficacia del tratamiento. Además, esta característica facilita la personalización y adaptación de ejercicios a las necesidades únicas de cada paciente. Esto garantiza un enfoque de recuperación altamente individualizado, aumentando la eficacia y eficiencia del proceso de recuperación.

Esta característica también tiene un impacto significativo en la prevención de lesiones y la optimización del rendimiento. Al visualizar el esqueleto en tiempo real, se pueden identificar y corregir patrones de movimiento incorrectos o peligrosos, ayudando a prevenir lesiones y mejorar la biomecánica del paciente. Esto es particularmente relevante en la telerrehabilitación después de una lesión musculoesquelética, donde una buena técnica de movimiento es esencial para una recuperación óptima.

Esta función tiene el objetivo de ser guía al momento de realizar los ejercicios. Su comportamiento se define por puntos claves que se unen formando líneas y que es mostrado de manera superpuesta a la imagen del cuerpo del usuario capturado por la cámara. A continuación una visualización de dicha funcionalidad:



- Temporizador

La incorporación de un temporizador representa una herramienta fundamental para mejorar la experiencia del usuario y maximizar los beneficios del proceso de recuperación. Este componente, aparentemente simple, desempeña un papel crucial al añadir una dimensión de estructura y motivación que influye de manera significativa en el progreso y la adherencia del paciente al programa de telerrehabilitación.

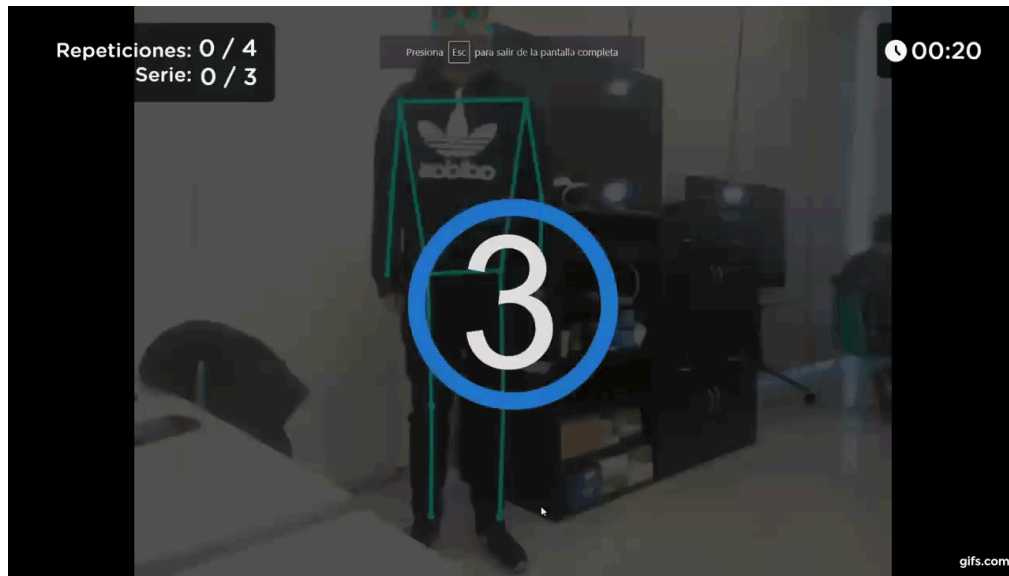
En primer lugar, el temporizador actúa como un elemento de control del tiempo durante las distintas actividades de telerrehabilitación. Este control es esencial para garantizar que el paciente dedique la cantidad adecuada de tiempo a cada ejercicio o actividad prescrita por el profesional de la salud. Además, permite establecer un ritmo y una secuencia óptima para las sesiones, evitando tanto la sobreexigencia como la subutilización del tiempo dedicado a la telerrehabilitación.

La función del temporizador también facilita la creación de rutinas personalizadas y adaptadas a las necesidades específicas de cada paciente. Al establecer intervalos de tiempo definidos para diferentes ejercicios o etapas del proceso de telerrehabilitación, se proporciona una estructura clara y predefinida que ayuda al paciente a seguir un plan de tratamiento coherente y efectivo. Esta organización temporal contribuye a la consistencia en la práctica, un factor esencial para alcanzar resultados positivos en el proceso de recuperación.

Además de su papel en la gestión del tiempo, el temporizador en la aplicación de telerrehabilitación también tiene una función motivadora. Establecer metas temporales realistas y alcanzables para cada ejercicio o actividad permite al paciente tener un sentido tangible de progreso y logro. Al observar cómo supera sus propios límites y alcanza los objetivos establecidos, se fomenta un sentimiento de satisfacción y empoderamiento que contribuye a mantener la motivación a lo largo del proceso de telerrehabilitación.

Otro aspecto relevante es la capacidad del temporizador para generar un ambiente de competencia saludable y estimulante. Al establecer desafíos temporales, la aplicación puede convertir la telerrehabilitación en una experiencia lúdica y competitiva, incentivando al paciente a superar sus propios registros y a mejorar su rendimiento con el tiempo. Este enfoque gamificado no solo hace que la telerrehabilitación sea más atractiva, sino que también impulsa la dedicación y el compromiso del paciente hacia su recuperación.

En conclusión, la función del temporizador en una aplicación de telerehabilitación va más allá de la simple medición del tiempo. Actúa como un pilar fundamental que aporta estructura, control, motivación y un elemento lúdico a la experiencia de telerehabilitación del paciente. Al proporcionar un marco temporal claro y desafiante, el temporizador se convierte en una herramienta valiosa para maximizar los resultados positivos y mejorar la calidad de vida de aquellos que se embarcan en el camino hacia la recuperación.



- Barra de progreso

La incorporación de una barra de progreso dinámica y evolutiva en una aplicación de telerehabilitación marca la diferencia en la forma en que los pacientes experimentan y abordan su proceso de recuperación. Esta característica, que se llena gradualmente a medida que el paciente completa las sesiones prescritas por el profesional de la salud, ofrece una representación visual y tangible del progreso hacia la meta final.

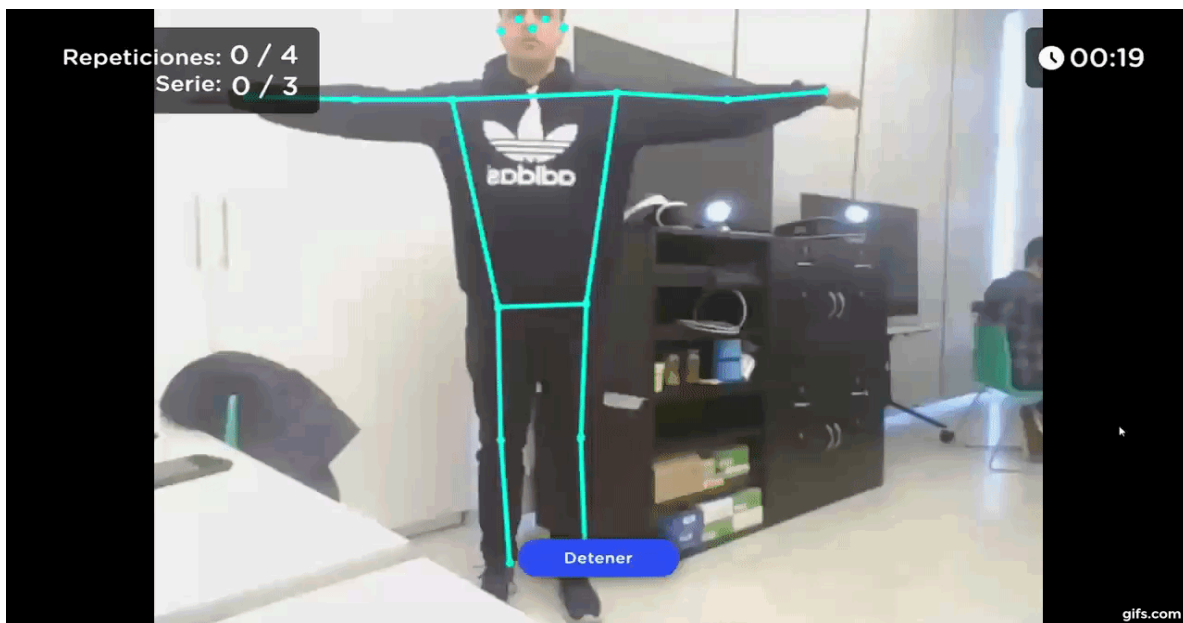
En primer lugar, la barra de progreso proporciona una representación gráfica de los avances del paciente, lo que aporta sensación de logro y motivación. Al ver cómo la barra se llena poco a poco con cada sesión cumplida, el paciente experimenta una validación visual de su esfuerzo y dedicación. Este feedback inmediato refuerza la sensación de progreso y contribuye a mantener la motivación a lo largo del proceso de recuperación.

En segundo lugar, la barra de progreso sirve como una guía clara y tangible para el paciente. Al visualizar el camino hacia la meta final de recuperación, se establece una estructura clara y definida. Esto ayuda al paciente a mantener el enfoque en el objetivo y a

comprender el alcance del trabajo necesario para alcanzarlo. Esta claridad proporcionada por la barra de progreso evita la desorientación y la desmotivación que a veces pueden surgir en un proceso de telerrehabilitación prolongado.

- Contador de repeticiones

Esta función brinda al paciente un seguimiento detallado de su progreso, manteniendo un registro preciso de las repeticiones y series realizadas. Esta retroalimentación en tiempo real no sólo fortalece la motivación del paciente sino que también proporciona al profesional información valiosa para adaptar el tratamiento de manera individualizada. Con esta herramienta, la telerrehabilitación se convierte en una experiencia guiada y eficaz, permitiendo a los pacientes maximizar sus esfuerzos desde la comodidad del hogar.



- Frases en forma de incentivos

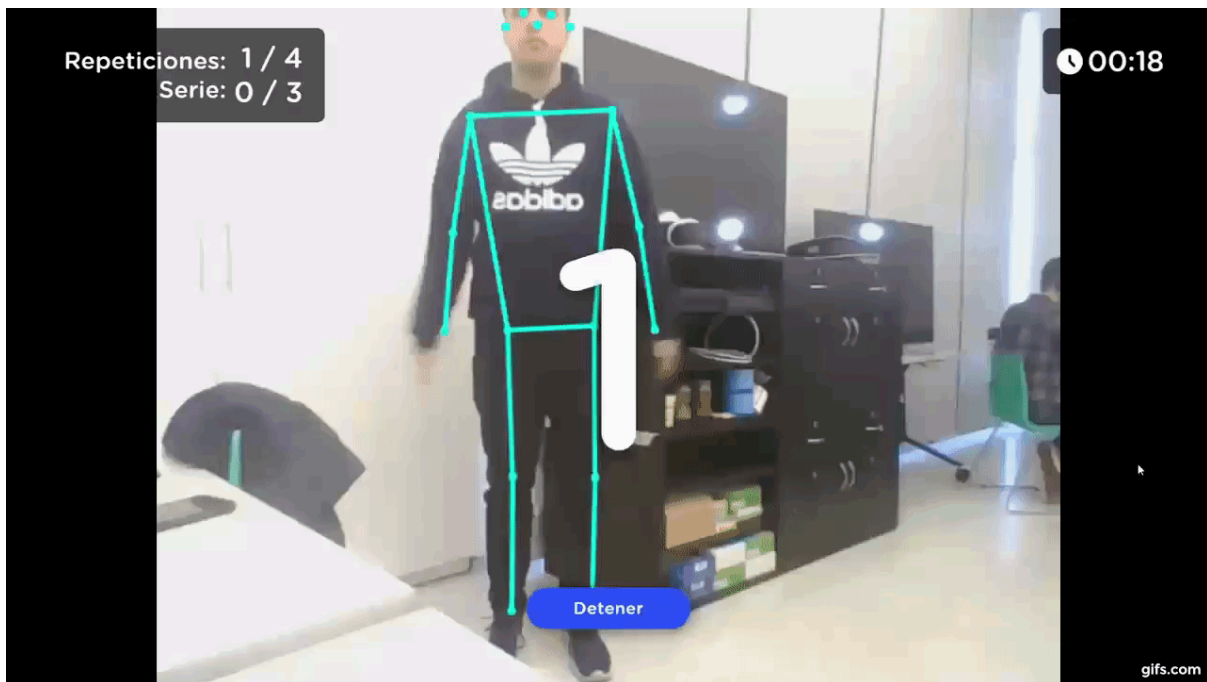
La inclusión de frases motivadoras va más allá de la mera estética de la plataforma. Estas expresiones de aliento y empoderamiento desempeñan un papel importante en la experiencia del paciente, enriqueciendo su compromiso con el proceso de recuperación y estimulando un enfoque positivo hacia los desafíos que enfrenta.

En primer lugar, las frases motivadoras crean un ambiente de apoyo y aliento. Al concluir una sesión de ejercicios, el paciente se enfrenta a un momento crítico donde puede experimentar fatiga o dudas. Las frases motivadoras, estratégicamente colocadas, actúan como un estímulo adicional, recordando al paciente su fortaleza y capacidad para superar

obstáculos. Esta dosis de positividad puede marcar la diferencia entre sentirse desanimado y sentirse empoderado para continuar.

Las frases motivadoras también tienen un impacto positivo en el estado emocional del paciente. Durante una sesión de telerrehabilitación, es común que el paciente experimente una amplia gama de emociones, desde el entusiasmo hasta la frustración. Las palabras de aliento actúan como un ancla emocional, proporcionando un apoyo constante y recordándole al paciente que está progresando en su camino hacia la recuperación. Esto puede contribuir a reducir el estrés y la ansiedad asociados con el proceso de telerrehabilitación.

Asimismo, estas frases refuerzan la conexión entre el paciente y el profesional de la salud. Al incluir mensajes personalizados que reflejan el progreso y los objetivos individuales del paciente, se establece una relación de confianza y comprensión mutua.



4. Diseño de propuesta de un Mínimo Producto Viable.

En este desarrollo, se hará una breve descripción de cada pantalla de la aplicación, acompañada de una enumeración de los datos que ingresan a dicha pantalla, es decir los datos que requiere la pantalla para su correcto funcionamiento, y los datos que se obtienen para ser utilizados por el resto de funcionalidades.

También se hacen inclusión de mockups a modo de capturas para representar gráficamente las funcionalidades mencionadas:

Pantalla de ingreso - Profesional

En esta pantalla, el profesional debe acceder con su cuenta personal que utiliza en la plataforma de la institución.

- **Datos que entran:** Correo electrónico del profesional, contraseña.
- **Datos que salen:** Ninguno.



Lista de pacientes - Profesional

Pantalla en la que se detalla una lista de pacientes con sus respectivos datos, a los cuales podrá ingresar.

- **Datos que recibe:** Nombre Paciente, número de paciente, DNI, Grupo asignado, Cantidad de pacientes por página.
- **Datos que salen:** Ninguno.



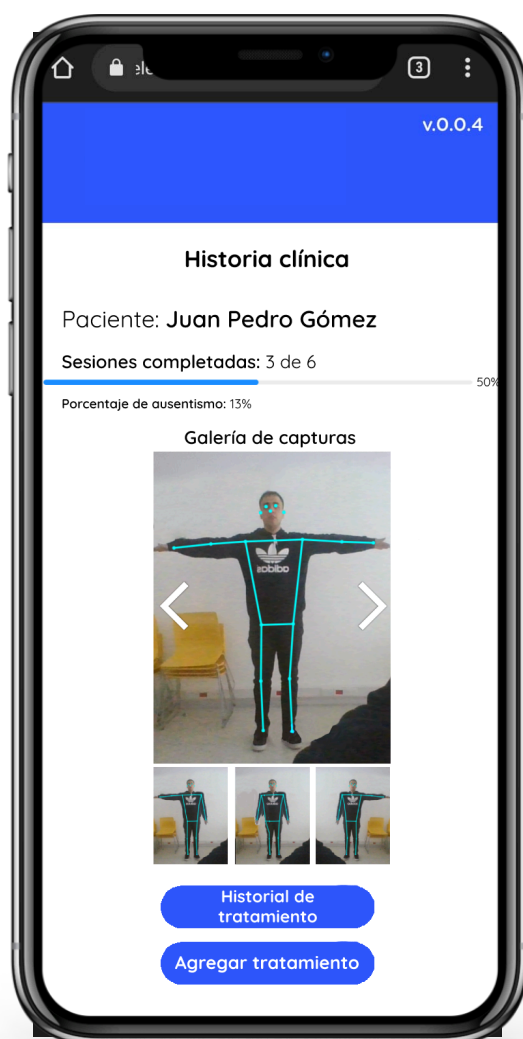
Historial Clínico - Profesional

En esta pantalla el profesional puede ver el nombre del paciente, las sesiones completadas, porcentaje de ausentismo. Se encuentra a su disposición una galería de capturas tipo carrusel, en donde puede ver las capturas que se le tomaron al paciente al momento de realizar los ejercicios.

El botón Historial de Tratamiento conduce a la pantalla de historial del paciente.

El botón de Agregar tratamiento conduce a la pantalla de selector de ejercicios.

- **Datos que recibe:** Nombre Paciente, Sesiones completadas, sesión actual, Capturas de pantalla, porcentaje de ausentismo.
- **Datos que salen:** Ninguno.



Selector de ejercicios - Profesional

En esta pantalla el profesional puede ver y seleccionar entre los diferentes protocolos, personalizando la rutina de la forma en que lo necesite y asignando los diferentes parámetros para la realización de cada ejercicio, para posteriormente enviar el tratamiento al paciente.

El botón de periodicidad (Calendario) abre un apartado tipo calendario para completar los datos de qué días y cuantas veces al día el paciente debe realizar el tratamiento.

El botón de Agregar tratamiento guarda los datos del tratamiento.

- **Datos que recibe:** Protocolos y ejercicios.
- **Datos que salen:** Ejercicios seleccionados y de cada uno:
 - Cantidad de sesiones.
 - Periodicidad.
 - Series.
 - Repeticiones.
 - Tolerancia.
 - Tiempo.



Historial de Tratamiento - Profesional

En pantalla inicial, al tocar el botón “Historial tratamiento”, se redirige a la pantalla de progreso, donde se puede ingresar a “Tratamientos” o al historial de “Consultas en vivo”.

En pantalla historial, al tocar el botón “Tratamientos”, se muestran todos los tratamientos realizados por el paciente ordenados por fecha.

Al seleccionar un tratamiento en específico, podemos observar toda la historia del mismo, con sus respectivas sesiones y comentarios.

- **Datos que recibe:** Número de sesión, fecha, historial de consultas, listado de ejercicios, estado del ejercicio, capturas de pantalla, comentarios del paciente, comentarios del profesional.
- **Datos que salen:** Comentarios generales del profesional.

El apartado “Tratamientos” redirige a la pantalla donde se encuentran las distintas sesiones con los tratamientos.

El apartado “Consultas en vivo” redirige a la pantalla donde se encuentran las distintas sesiones con los tratamientos de las consultas en vivo.

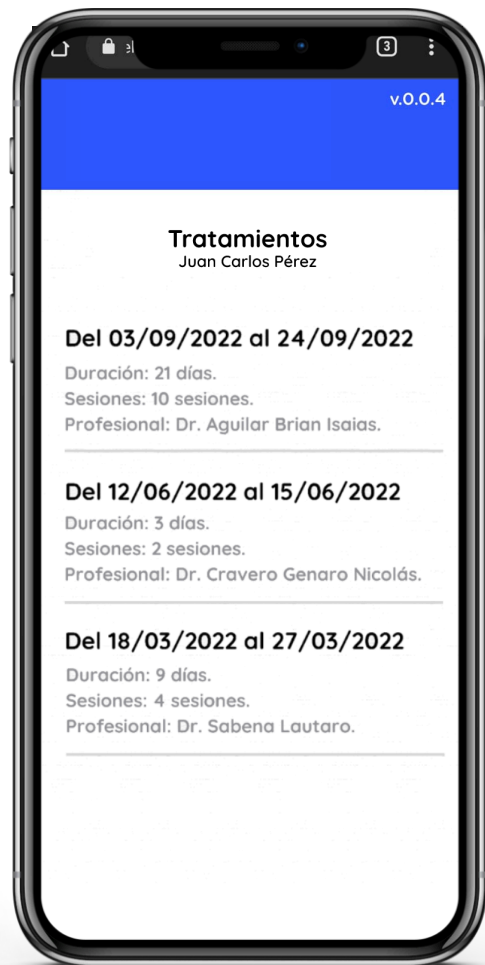
Al seleccionar un tratamiento específico, este redirige a la pantalla donde se encuentran los detalles del mismo..

El botón “Agregar Comentario” despliega una caja de texto donde el profesional puede escribir un comentario y enviarlo.

El botón “Ver fotos” despliega las capturas de pantalla minimizadas del modo evaluación, las cuales puede ampliar presionando sobre ellas.

El botón “Mostrar comentarios del paciente” muestra los comentarios que envió el paciente al finalizar cada ejercicio.

El botón “+-INFO” abre una ventana emergente con todos los detalles de configuración del tratamiento.





Captura - Profesional

En esta pantalla el profesional puede ver la captura tomada seleccionada desde el historial, en donde podrá observar al paciente, el esqueleto y sus ángulos.

- **Datos que recibe:** Captura, N° de captura, ángulos.



Historial Clínico - Paciente

El historial clínico desde la vista del paciente, en este caso “Mi progreso”, muestra un historial con una lista de comentarios del profesional y sesiones de ejercicios realizadas, con sus respectivos comentarios del paciente, capturas tomadas en el modo evaluación y los estados de los ejercicios de estas sesiones que pueden tomar el valor de “Realizado” (representado por un signo de Visto en color verde) o “Ausente”. Si bien las sesiones de determinado día pueden contar con más de un ejercicio para ese mismo día, las capturas, los comentarios y el estado, corresponden al ejercicio y no al general de la sesión.

Realizado: Se realizó el ejercicio dentro o fuera de la fecha correspondiente, pero antes de la siguiente sesión.

Ausente: Llegó la fecha de la siguiente sesión, sin que se haya terminado el ejercicio de la sesión previa.

Algunos ejercicios pueden volver a intentarse y otros no.

- **Datos que recibe:** Ejercicios a realizar, Sesiones completadas, Sesión actual, Comentarios del profesional, Capturas de pantalla.
- **Datos que salen:** Ninguno.

Pantalla de inicio - Paciente

El inicio del paciente tendrá: un mensaje de bienvenida, una barra de progreso, una descripción de la rutina del día, botón “Iniciar” y botón “Mi progreso”.



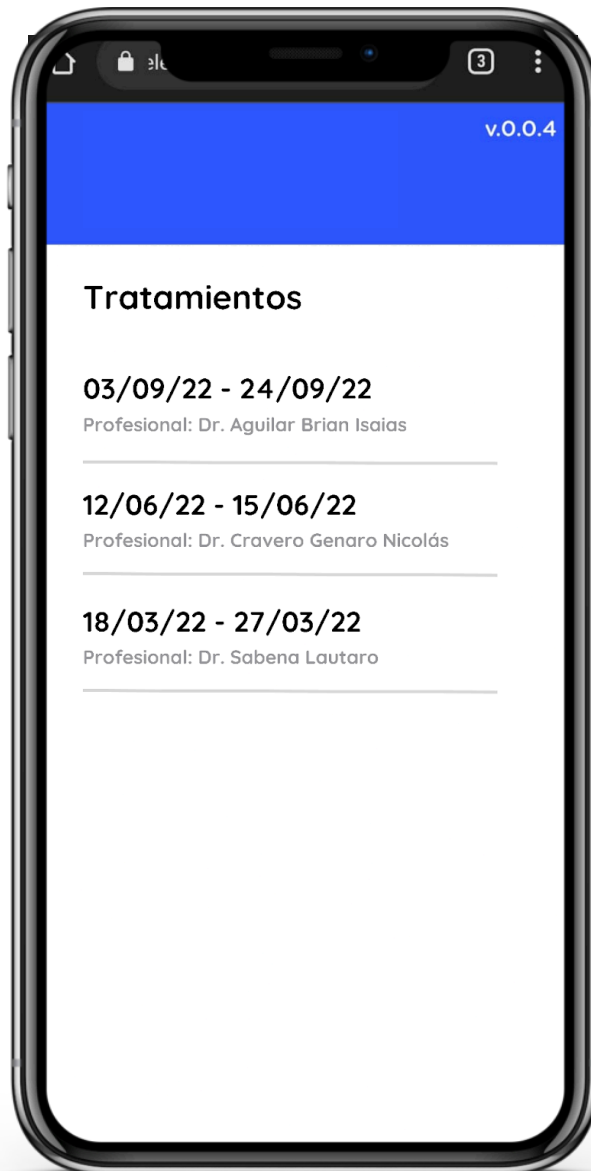
Mi progreso - Paciente

En pantalla inicial, al tocar el botón “Mi progreso”, tenemos la posibilidad de ir al historial de “Tratamientos” o al historial de “Consultas”.



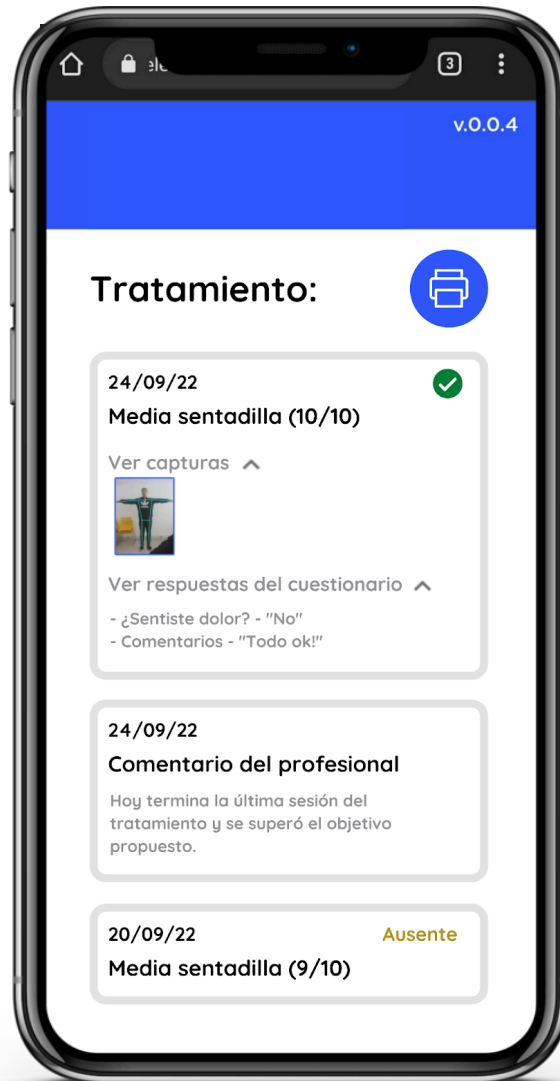
Mi progreso: tratamientos - Paciente

En pantalla historial, al tocar el botón “Tratamientos”, se muestran todos los tratamientos realizados por el paciente ordenados por fecha.



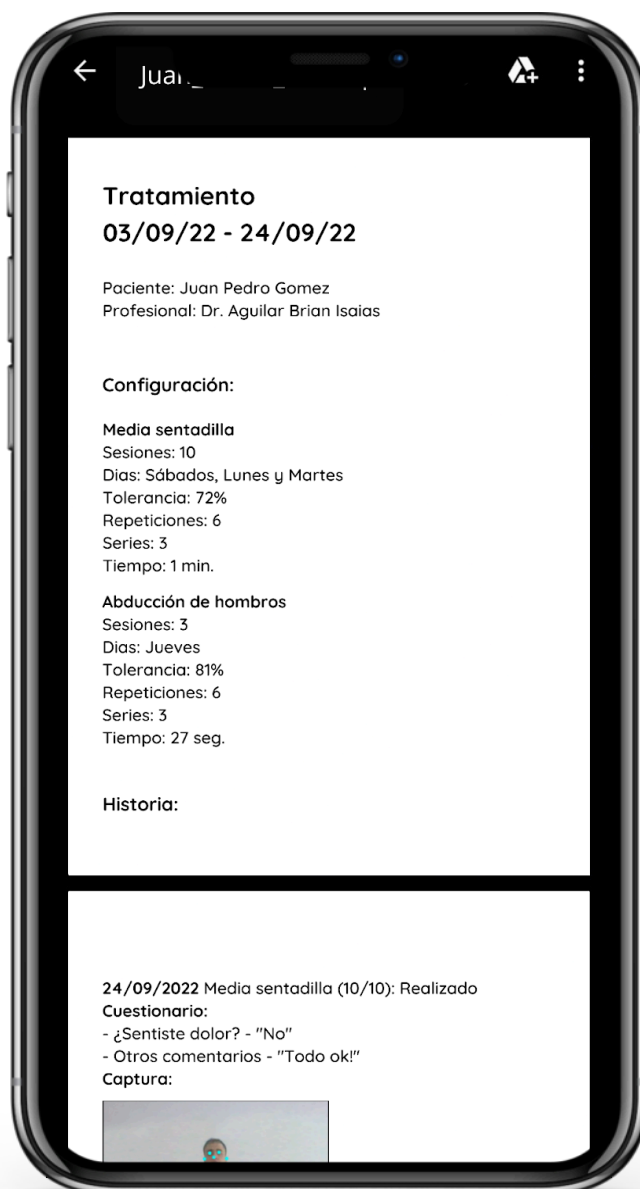
Mi progreso: tratamiento específico - Paciente

Al seleccionar un tratamiento, vemos la historia del mismo, con sus sesiones, fotos y comentarios. Botón con ícono de documento muestra un documento de resumen.



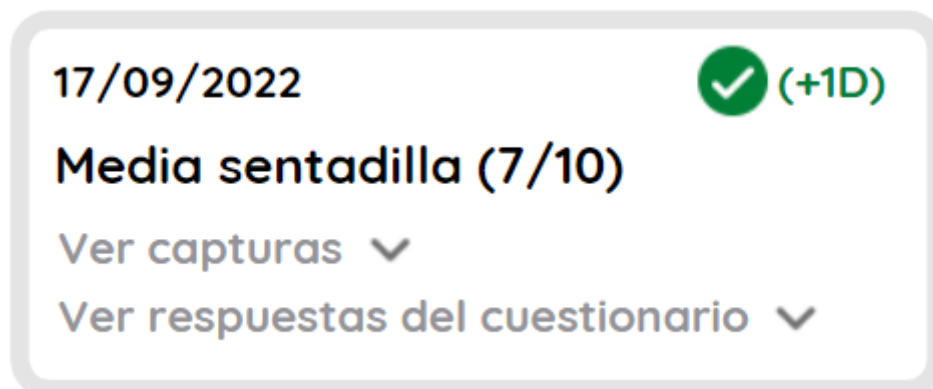
Mi progreso: botón documento - Paciente

A la derecha del título tratamiento, hay un botón con ícono de documento. Tocar lo lleva a un documento portable descargable con la información, configuración, historial y capturas del tratamiento.



Estados de la sesión: fuera de término - Paciente

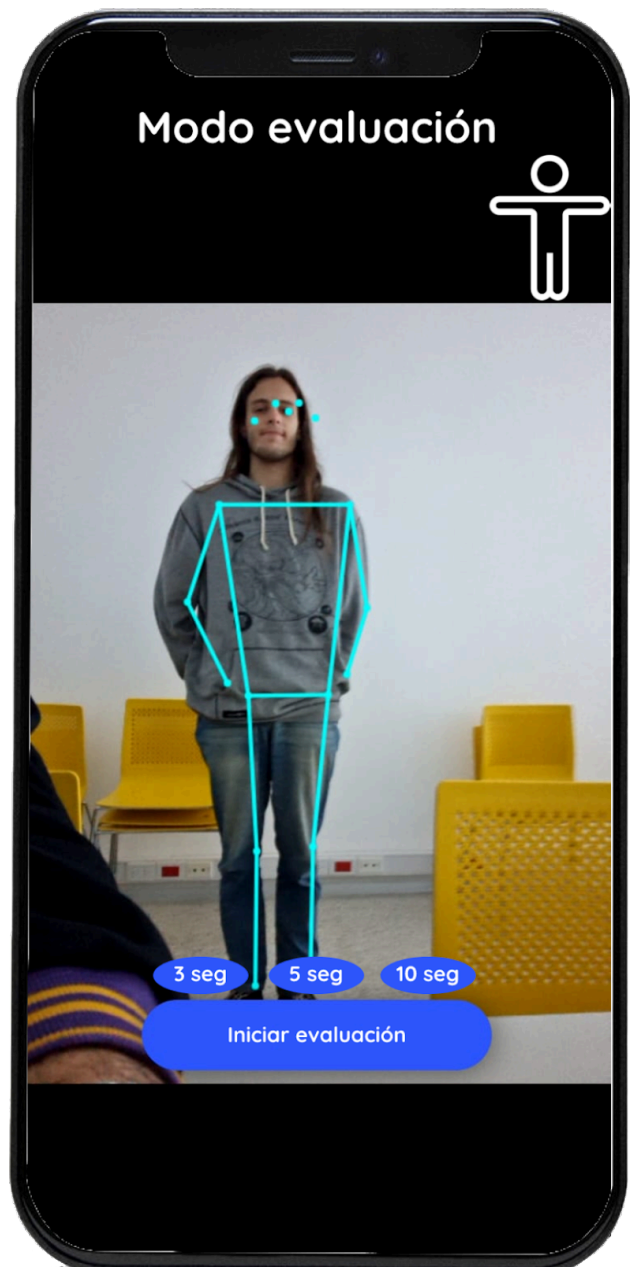
El caso de “(+xD)” (siendo D = días y x = un valor correspondiente a la cantidad de días que exceden al día de término).



Modo Evaluación - Paciente

Al seleccionar alguno de los ejercicios disponibles, se pasa a la pantalla de evaluación. En esta pantalla, primero se mostrará una ventana emergente donde se detalla el objetivo de la evaluación del ejercicio y se muestra una figura que representa la postura que debe intentar imitar el paciente. Una vez cerrada esta ventana, se deberá elegir entre las distintas opciones de segundos de los que va a disponer para realizar la postura de la evaluación. El botón “Iniciar evaluación”, inicializa el cronómetro con la cantidad de segundos que se seleccionaron previamente. Al pasar la cantidad de segundos seleccionadas, se tomará una captura de la posición del paciente en ese momento. El objetivo de la evaluación es sacar una captura de la mejor postura que puede alcanzar el paciente, tomando como referencia la postura ideal del ejercicio.

- **Datos que recibe:** Texto que se va a mostrar, Imagen de la figura que debe alcanzar el paciente.
- **Datos que salen:** Captura.

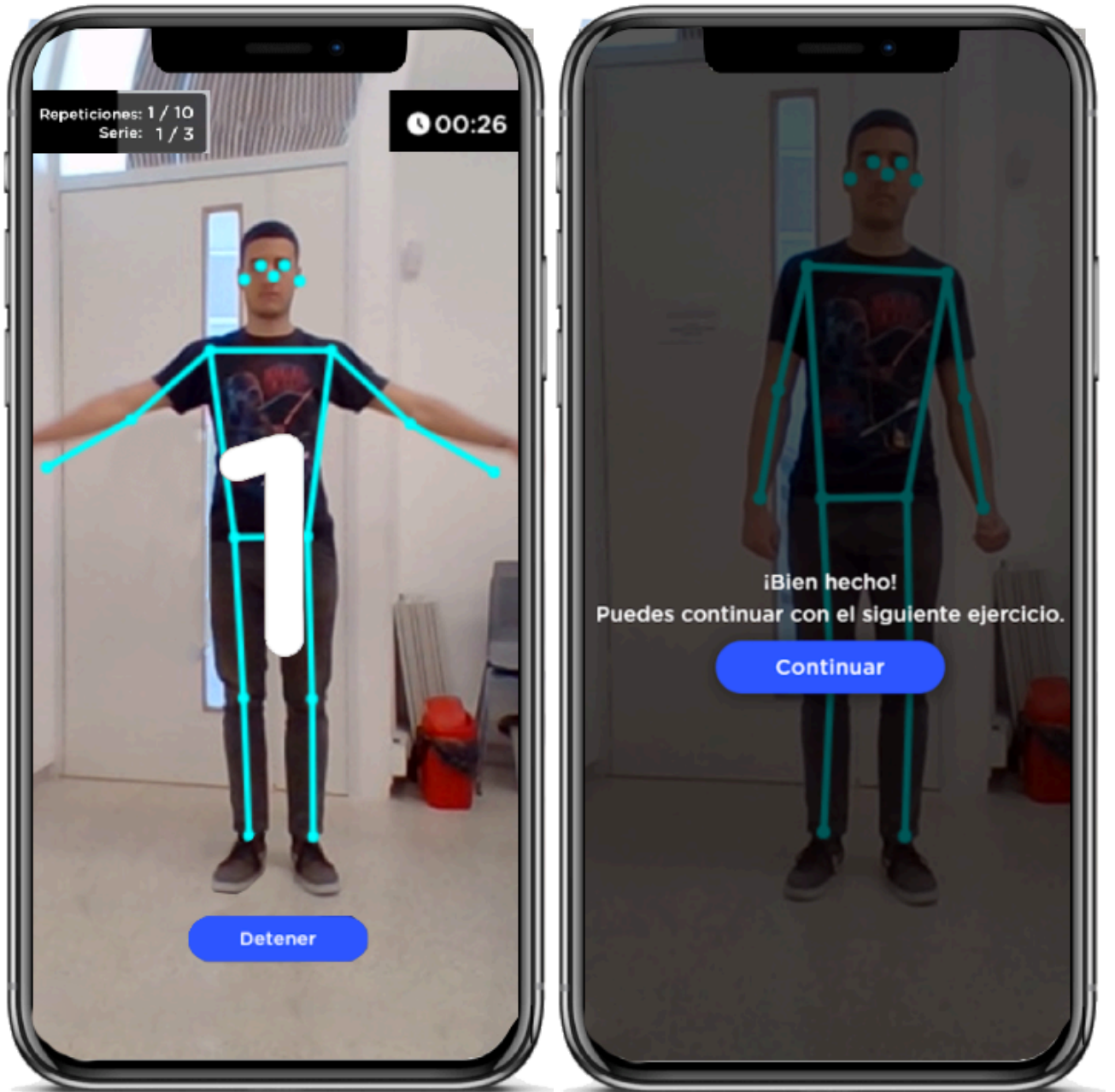


Modo Ejercicio - Paciente

Una vez tomada la captura o capturas del modo evaluación, comenzará con la realización del ejercicio. Una vez terminado cada ejercicio, se podrá responder un cuestionario opcional sobre el estado físico del paciente, para saber si cuenta con dolores, cuál es la intensidad de los mismos en un rango de valores del 1 al 10 y otros comentarios. Ningún campo es obligatorio.

Si el paciente selecciona la opción “Sí”, se mostrará la posibilidad de elegir la intensidad del dolor que sintió. Si por el contrario, el paciente selecciona la opción “No”, no se mostrará nada más y tan solo se esperará que el paciente seleccione el botón “Enviar” para confirmar los datos y pasar al siguiente ejercicio o terminar la sesión en caso de ser el último ejercicio del día.

- **Datos que recibe:** Ángulos que se deben lograr en el ejercicio, Cantidad de repeticiones objetivo, Cantidad de series objetivo, Tolerancia, Preguntas del cuestionario.
- **Datos que salen:** Resultado del ejercicio, Cuestionario completado.



En esta pantalla, el paciente deberá otorgar comentarios acerca de cómo se siente al terminar la sesión del día. Al presionar en enviar, el paciente finalizará con la sesión asignada.

Cuestionario: Respuesta negativa - Paciente



The image shows a smartphone screen with a questionnaire. At the top, there is a blue header bar with the text 'v.0.0.4' on the right. Below the header, the main title 'Ejercicio finalizado' is centered. Underneath, the text 'Contanos cómo te sentís' is centered. The question '¿Sentiste algún dolor mientras realizabas el ejercicio?' is followed by two radio button options: 'Si' (unselected) and 'No' (selected). Below the options, the text 'Otros comentarios:' is followed by a text input field containing three dots. At the bottom, there is a blue button labeled 'Enviar'.

v.0.0.4

Ejercicio finalizado

Contanos cómo te sentís

¿Sentiste algún dolor mientras realizabas el ejercicio?

Si

No

Otros comentarios:

...

Enviar

Cuestionario: Respuesta positiva - Paciente



The image shows a smartphone screen with a questionnaire. At the top, there is a blue header with the text 'v.O.O.4' on the right. Below the header, the title 'Ejercicio finalizado' is centered. Underneath, the text 'Contanos cómo te sentís' is displayed. The first question is '¿Sentiste algún dolor mientras realizabas el ejercicio?' with two radio button options: 'Si' (selected) and 'No'. The second question is 'En una escala del 1 al 10. ¿Cuán intenso fue el dolor?' followed by a horizontal slider scale from 0 to 10, with a blue dot indicating a value of 5. Below the slider is a text input field labeled 'Otros comentarios:' containing three dots. At the bottom, there is a blue button labeled 'Enviar'.

v.O.O.4

Ejercicio finalizado

Contanos cómo te sentís

¿Sentiste algún dolor mientras realizabas el ejercicio?

Si
 No

En una escala del 1 al 10.
¿Cuán intenso fue el dolor?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Otros comentarios:

...

Enviar

Conclusión

Esta tesis se enfoca en el diseño de una aplicación web de telerrehabilitación para dispositivos móviles. Explora el campo de la telerrehabilitación, con un enfoque particular en la gamificación, la estimación de poses y su uso en las obras sociales de salud. Observa cómo la telerrehabilitación ha evolucionado con el tiempo, superando las barreras iniciales y avanzando hacia una experiencia de tratamiento más satisfactoria para los pacientes.

Este estudio investiga la incorporación de la estimación de poses en la atención médica, transformando la manera en que concebimos la telerrehabilitación. Al introducir la estimación de poses en el ámbito de la atención médica, se abre la puerta al desarrollo de aplicaciones que pueden potenciar la precisión y la eficacia de los programas de telemedicina. Esto se logra al proporcionar a los profesionales de la salud información detallada sobre el movimiento y el progreso del paciente durante el tratamiento, lo que permite una monitorización más precisa y una adaptación más efectiva de las intervenciones médicas.

Se evalúa el uso de la gamificación y su implementación en las aplicaciones de salud, demostrando cómo esta estrategia puede colaborar con la participación y el compromiso de los usuarios en su atención médica. Sin embargo, el estado actual de las obras sociales de salud aún no incluyen elementos gamificados en sus servicios de telemedicina, lo que presentó una oportunidad para innovar en este campo.

En resumen, esta investigación se centra en el diseño de una aplicación web de telerrehabilitación para dispositivos móviles, explorando su papel en la evolución de la atención médica a distancia. Se destaca la integración de la estimación de poses, que promete mejorar la precisión y la eficacia de los programas de rehabilitación, y la inclusión de elementos gamificados, para optimizar aún más la experiencia del paciente. Este estudio representa un paso adelante en la búsqueda de una atención médica más personalizada y efectiva, aprovechando el potencial de la tecnología digital.

Referencias Bibliográficas

- Albornoz, M. C. (2014, October). Diseño de interfaz gráfica de usuario. In *XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- ¿Qué es una aplicación web? - Explicación de las aplicaciones web - AWS. (s. f.). Amazon Web Services, Inc.
<https://aws.amazon.com/es/what-is/web-application/>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson.
<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Berni, A., & Borgianni, Y. (2021). FROM THE DEFINITION OF USER EXPERIENCE TO a FRAMEWORK TO CLASSIFY ITS APPLICATIONS IN DESIGN. *Proceedings of the Design Society, 1*, 1627-1636.
<https://doi.org/10.1017/pds.2021.424>
- Brennan, D., Georgeadis, A., Baron, C., Barker, L. (2004). *The effect of videoconference-based telerehab on story retelling performance by brain injured subjects and its implications for remote speech-language therapy*.
- Cano de la Cuerda, R., Muñoz-Hellín, E., Alguacil-Diego, I., Molina-Rueda, F. (2010) *Telerrehabilitación y neurología*. *Revista Neurol.* 51,1 (49-56).
<https://neurologia.com/articulo/2010124>
- Cobos, C. J. C. (2016). La gamificación en aplicaciones móviles ecológicas: análisis de componentes y elementos de juego. *Sphera Publica, 1*(16), 95-113.
- De Gregorio, J., Besomi, M., & Castex, P. (2020). Guía práctica de telerrehabilitación para kinesiólogos (Chile). *Colegio de kinesiólogos de Chile*.
https://www.researchgate.net/publication/349961589_GUIA_PRACTICA_DE_telerrehabilitación_PARA_KINESIOLOGOS_CHILE
- Enrique, J., & CORDERO, M. (2022, January). *Telerrehabilitación y COVID-19. In aniversarioocimeq2022*.
- Harsh, K. (2022). ¿Qué es la arquitectura de las aplicaciones web? *Desglosando una aplicación web*. Kinsta®.
<https://kinsta.com/es/blog/arquitectura-aplicaciones-web/>
- IncludeHealth. (s.f.). *Remote physical therapy with TensorFlow.js*.
<https://www.includehealth.com/blog/remote-physical-therapy-with-tensorflow-js>

- Kairy, D., Lehoux. P., Vincent, C., & Visintin, M. (2009). *A systematic review of clinical outcomes, clinical process, healthcare utilization and costs associated with telerehabilitation. Disability and rehabilitation*, 31(6), 427-447. <https://doi.org/10.1080/09638280802062553>
- Korner-Bitensky, N., & Wood-Dauphinee, S. (1995). Barthel Index information elicited over the telephone. Is it reliable?, *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74(1), 9-18. <https://doi.org/10.1097/00002060-199501000-00003>
- Ministerio de Salud, Argentina. (2023). Preguntas frecuentes sobre Telesalud. <https://www.argentina.gob.ar/salud/telesalud/preguntasfrecuentes#3>
- Navarro, V. (2019). Uso de la Gamificación en Medicina. *Rev. Fac. Med. Univ. Nac. Nordeste*, 49-51.
- Ordoñez Mora, L. T. . (2015). Telerrehabilitación como propuesta actual de rehabilitación en pacientes con discapacidad. *Revista Inclusiones*, 48-54. <http://riberdis.cedid.es/handle/11181/4490>
- Organización Mundial de la Salud & Banco Mundial. (2011). Informe mundial sobre la discapacidad 2011. *Organización mundial de la Salud*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/75356>
- Ribeiro, I. L., Lorca, L. A., Torres-Castro, R., & Pizarro, M. (2022b). Efectividad de un programa de telerrehabilitación sobre la funcionalidad y satisfacción del usuario de los sobrevivientes de COVID-19 en tiempos de pandemia (Effectiveness of a telerehabilitation program on the functionality and user satisfaction of COVI. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, 45, 210-218. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.91899>
- Rouhiainen, L. P., (2018). *Inteligencia artificial: 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Planeta, S.A.
- Russell, T.G., Buttrum, P., Wootton, R., & Jull, G.A. (2011). Internet-based outpatient telerehabilitation for patients following total knee arthroplasty: a randomised controlled trial. *The Journal of bone and joint surgery*. American volume 93(2), 113-120. <https://doi.org/10.2106/JBJS.I.01375>
- Stenum J, Cherry-Allen KM, Pyles CO, Reetzke RD, Vignos MF, Roemmich RT. Applications of Pose Estimation in Human Health and Performance across

the Lifespan. *Sensors* (Basel). 2021 Nov 3;21(21):7315. doi: 10.3390/s21217315. PMID: 34770620; PMCID: PMC8588262.

- Tenforde, A. S., Borgstrom, H., Polich, G., Steere, H., Davis, I. S., Cotton, K., and Silver, J. K. (2020). *Outpatient physical, occupational, and speech therapy synchronous telemedicine: a survey study of patient satisfaction with virtual visits during the COVID-19 pandemic*. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*.
- Theodoros, D., Russell, T. (2008). Telerehabilitation: current perspectives. *Studies in Health Technology and Informatics*, 131, 191-209.
- Vega, M. Á., Mora, L. M. Q., & Badilla, M. V. C. (2020). Inteligencia artificial y aprendizaje automático en medicina. *Revista médica sinergia*, 5(8), e557. <https://doi.org/10.31434/rms.v5i8.557>
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can Revolutionize your business*. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB15159068>
- Wertz, R.T., Dronkers, N.F., Bernstein-Ellis, E., Sterling, L.K., Shubitowski, Y., Elman, R., Shenaut, G.K., Knight, R.T., & Deal, J.L. (1992). Potential of telephonic and television technology for appraising and diagnosing neurogenic communication disorders in remote settings. *Aphasiology*, 6:2, 195-202. <https://doi.org/10.1080/02687039208248591>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. J. L. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. <https://ci.nii.ac.jp/ncid/BB08348570>