



DESARROLLO DE UN PRODUCTO/SERVICIO PARA LA REALIZACIÓN Y SEGUIMIENTO DE EJERCICIOS DE FISIOTERAPIA EN CASA

Jose Luis Abad Osca

Tutor: Ángel Peiró Signes

Trabajo Fin de Grado presentado en la Facultad de Administración y Dirección de Empresas de la Universitat Politècnica de València, para la obtención del Título de Graduado en Administración y Dirección de Empresas

Curso 2018-19

Valencia, 5 de julio de 2019



Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Ángel Peiró la oportunidad que me ha brindado al estar bajo su tutela y permitirme desarrollar aún más mi formación académica. Por el tiempo dedicado, conocimientos transmitidos y paciencia durante estos meses.

A todos los que han contribuido a la realización de este trabajo contestando a la encuesta y, en concreto, a Nuria y Juan por elaborar el vídeo incluido en el prototipo de la aplicación.

En el aspecto personal, quiero agradecer a mis padres Jesús y Alicia, a mi hermano Sergio y, en general, a mi familia, todo su apoyo, preocupación, esfuerzo y lecciones de vida no solo estos meses, sino durante los cinco años de mi paso por la universidad.

Y en especial, a Sheila, por su apoyo, ayuda y cariño que han hecho que se convierta en una persona imprescindible para mí.



Resumen

La práctica clínica y la atención sanitaria en el territorio español, está sufriendo en los últimos años una masificación importante. Además, padecer algún tipo de discapacidad motora, el envejecimiento de la población o habitar en zonas rurales, puede suponer una gran limitación para que las personas accedan a los servicios sanitarios.

Por este motivo, se están desarrollando múltiples métodos con el objetivo de tratar al paciente a distancia, como son videoconferencias o dispositivos basados en la monitorización de los movimientos de los pacientes. No obstante, estos métodos conllevan un elevado coste debido a la necesidad de un ordenador y una cámara de calidad.

En este sentido, se ha desarrollado un producto basado en la realización de ejercicios en casa a través de una aplicación para Smartphones. Este pretende conseguir una ventaja competitiva basada en precios y diferenciación ya que, después de una revisión bibliográfica, no se conoce a día de hoy tal servicio desarrollado en una *app*.

Posterior a la presentación de sus característica y funcionalidades, se estudia la viabilidad económica y tecnológica de este servicio.

Palabras clave: desarrollo de producto; fisioterapia; telerehabilitación; realidad aumentada.



Resum

La pràctica clínica i la atenció sanitària al territori espanyol està patint als últims anys una massificació important. A més, tindre qualsevol tipus de discapacitat motora, l'envelliment de la població o habitar a zones rurals, poden suposar un greu problema per a que les persones puguen accedir als serveis sanitaris.

Per aquest motiu, s'estan desenvolupant mètodes que pretenen tractar al pacient a distància, com son les videoconferències o dispositius basats en la monitorització dels moviments dels pacients. No obstant, aquests mètodes comporten un elevat cost degut a la necessitat d'un ordinador i una càmera de qualitat.

En aquest sentit, s'ha desenvolupat un producte basat en la realització d'exercicis a casa a través d'una aplicació per a Smartphones. Amb aquest es pretén aconseguir un avantatge competitiu basat en preus i diferenciació ja que, després d'una revisió bibliogràfica, no es coneix a hores d'ara tal servei en una *app*.

Posteriorment a la presentació de les seues característiques i funcionalitats, s'estudia la viabilitat econòmica i tecnològica d'aquest servei.

Paraules clau: desenvolupament de producte; fisioteràpia; telerehabilitació; realitat augmentada.



Abstract

The clinical practice and health care in the Spanish territory, is suffering in recent years a major widespread growth. In addition, having any kind of motor disability, the aging of the population or living in rural areas, can be a serious problem for people to access health services.

For this reason, multiple methods are being developed that aim to treat the patient remotely, such as videoconferencing or devices based on monitoring patient movements. However, these methods have a high cost due to the need of a computer and a quality camera.

To this end, a new product has been developed based on the performance of exercises at home through an application for Smartphones. This aims to achieve a competitive advantage based on prices and differentiation because, after a literature review, there is no known today such a service developed in an app.

After the presentation of its characteristics and functionalities, the economic and technological viability of this service is studied.

Keywords: product development; physiotherapy; telerehabilitation; augmented reality.



Índice

Índice de figuras	3
Índice de gráficos y tablas	4
Capítulo 1. Introducción y objetivos	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Estructura del documento	6
1.3 Objetivos	7
Capítulo 2. Marco teórico	8
2.1 Telemedicina	8
2.2 Concepto de telerehabilitación	9
2.3 Estudio de estadísticas	10
2.4 Realidad virtual y aumentada	14
2.5 Ejemplos de aplicaciones	17
2.6 Ventajas de la telerehabilitación y comparativa con la rehabilitación convencional ..	18
Capítulo 3. Elaboración y resultados de una encuesta	20
3.1 Elaboración de la encuesta	20
3.2 Análisis de resultados de la encuesta	21
Capítulo 4. Propuesta de valor	26
Capítulo 5. Fundamentos de la aplicación	27
5.1 Aspectos a tener en cuenta para un correcto funcionamiento	28
Capítulo 6. Plan de marketing	29
6.1 Análisis de la situación inicial	29
6.1.1 Análisis del macroentorno	29
6.1.2 Análisis del microentorno	32
6.1.3 Análisis DAFO	38
6.1.4 Matriz CAME	40
6.2 Objetivos comerciales	42
6.3 Estrategia comercial	43
6.4 Programa comercial	44
6.4.1 Producto	44
6.4.2 Precio	50
6.4.3 Comunicación	51
6.4.4 Distribución	52
6.5 Control del plan de marketing	53



Capítulo 7. Finanzas.....	54
7.1 Costes	54
7.1.1 Diseño de la aplicación y mantenimiento.....	54
7.1.2 Accesorios	55
7.1.3 Personal	55
7.1.4 Equipamiento informático.....	56
7.1.5 Costes de estructura.....	56
7.2 Ingresos	57
Capítulo 8. Otras posibles aplicaciones	58
Capítulo 9. Conclusiones	59
Referencias.....	60
Anexos.....	64
Presupuestos solicitados a diversas empresas para el desarrollo de la aplicación.....	64
Encuesta realizada.....	66



Índice de figuras

Ilustración 1. ARToolKit.....	16
Ilustración 2. ARTag.....	16
Ilustración 3. ArUco marker [30].....	16
Ilustración 4. Componentes del sistema	17
Ilustración 5. Ejemplo de marcador de la librería ArUco y su codificación.	27
Ilustración 6. Distribución demográfica en España (2017).....	31
Ilustración 7. Sistema de rehabilitación TOyRA desarrollado por Indra.	33
Ilustración 8. Sistema de rehabilitación TRAM desarrollado por Indra..	34
Ilustración 9. Funcionamiento del sistema desarrollado por Jintronix.	34
Ilustración 10. Interfaz del sistema de rehabilitación KiReS.	35
Ilustración 11. Composición del sistema BioTrak, con los sensores colocados en los segmentos corporales del sujeto.....	36
Ilustración 12. Pantalla de <i>Log In</i> (A); pantalla de Menú para el paciente (B); pantalla menú desplegable (C).....	45
Ilustración 13. Pantalla de Datos Personales (A); pantalla de Mis sesiones (B); pantalla de Calendario (C).....	45
Ilustración 14. Pantalla de la cámara con la detección de los marcadores.....	46
Ilustración 15. Pantallas de envío de resultados.....	46
Ilustración 16. Pantalla de Tutoriales (A); pantalla de Chat (B).	47
Ilustración 17. Pantalla del Menú para el fisioterapeuta (A); pantalla Registro de pacientes (B).	47
Ilustración 18. Pantalla Informe pacientes (A); pantalla Añadir tutoriales (B).....	48
Ilustración 19. Diadema con sistema de marcadores para ejercicios de cuello.	49
Ilustración 20. Diseño del sistema de fijación para el seguimiento de tres segmentos corporales del tronco inferior.....	49



Índice de gráficos y tablas

Gráfico 1. Evolución del porcentaje de ocupación del área de rehabilitación de un hospital frente al porcentaje medio de ocupación teniendo en cuenta todas las áreas, entre los años 1996 y 2005.	11
Gráfico 2. Porcentaje de ocupación desglosado por áreas dentro de un hospital frente a la media de todas ellas para el año 2005.	11
Gráfico 3. Izquierda: distribución de las personas que tienen algún tipo de discapacidad relacionada con la movilidad y han necesitado o no han necesitado algún servicio. Derecha: de aquellas que lo han necesitado, porcentaje de las que lo han recibido y de las que no lo han recibido.	12
Gráfico 4. Distribución demográfica del total de personas que han necesitado tratamiento y no lo han recibido.	13
Gráfico 5. Evolución del porcentaje de viviendas españolas y de la Comunidad Valenciana que disponen de acceso a internet.	13
Gráfico 6. Evolución del porcentaje de viviendas españolas y de la Comunidad Valenciana que disponen de acceso a internet.	14
Gráfico 7. Tiempo de espera de los encuestados que habían respondido afirmativamente a la pregunta “En alguna ocasión, ¿ha necesitado un tratamiento de rehabilitación y le han dejado en lista de espera?”.	22
Gráfico 8. Motivo por el cual no se ha podido o ha decidido no realizar el tratamiento tras responder de forma afirmativa a la pregunta “En alguna ocasión, ¿ha necesitado un tratamiento de rehabilitación y no lo ha podido recibir o ha decidido no realizarlo?”.	23
Gráfico 9. Porcentaje de valoración (del 1 al 5) de cada uno de los aspectos indicados.	24
Gráfico 10. Nivel de familiarización con la tecnología de los encuestados.	25
Gráfico 11. Evolución de la tasa de paro nacional (azul) y de la Comunidad Valenciana (naranja).	30
Gráfico 12. Aspectos valorados en una aplicación	31
Gráfico 13. Matriz DAFO.	38
Gráfico 14. Matriz CAME.	40
.....	
Tabla 1. Comparativa de las funciones de las que dispone cada uno de los competidores.	36
Tabla 2. Tipos de estrategias producto-mercado, seleccionada aquella adoptada en el servicio expuesto.	43
Tabla 3. Costes del local comercial.	56



Capítulo 1. Introducción y objetivos

1.1 Antecedentes

La rápida evolución de la tecnología de la información y sus aplicaciones en casi todos los aspectos de la sociedad moderna como el comercio, la industria, la banca, la educación, el entretenimiento o la salud, refleja la expansión general de la era de la información. Este hecho conlleva la aparición de grandes oportunidades de desarrollo en términos de mejora de la calidad de vida de las personas, la eficiencia, la eficacia y la productividad, proporcionando un acceso público y profesional a la información y a diversas fuentes de ayuda para hacer frente a una amplia gama de problemas relacionados con la salud (Bashshur, 2002).

El envejecimiento de la población y la mayor supervivencia a enfermedades y traumas que dejan secuelas físicas son aspectos desafiantes en el contexto de una sanidad eficiente. En este escenario, los sistemas de telerehabilitación que apoyan a las sesiones de fisioterapia a distancia pueden ayudar a ahorrar costes de atención sanitaria y mejorar la calidad de vida de las personas.

La telerehabilitación no debe ser vista como una tecnología en sí misma, sino como el uso de nuevas tecnologías para mejorar y optimizar tanto los servicios de rehabilitación como los resultados de los pacientes. Varios estudios han demostrado que la interacción virtual puede ser tan efectiva como los tratamientos tradicionales. Además, el uso de sistemas con captura y detección del movimiento puede mejorar la experiencia de rehabilitación y aumentar la diversión del usuario (Cottrell et al., 2017).

Sin embargo, el tipo de interacción virtual que experimentan los sujetos no es el mismo en todos los casos. De esta forma, podemos encontrar sistemas que hacen uso de diversos instrumentos (Martin-Moreno et al., 2009) (Lockery et al., 2011) e incluso dispositivos *wearables* (Holden et al., 2008).

Con el objetivo de facilitar aún más la interacción de los usuarios, aparece otra tendencia que apuesta por el uso de Kinect, un dispositivo de captura de movimiento que rastrea los movimientos del individuo sin ningún contacto físico. Entre las propuestas que siguen esta línea, podemos encontrar las que emplean la versión de Kinect para la Xbox (Chang et al., 2011) y las que utilizan Kinect para Windows (Lange et al., 2011), una versión lanzada en febrero de 2012. En este último caso, los métodos que se pueden encontrar son principalmente productos comerciales como *Evolv* (Evolv, 2019), que no muestran detalles técnicos sobre su comportamiento interno y están orientados a patologías específicas.

Tras la revisión bibliográfica de este campo, no se conoce, hasta la fecha, ninguna aplicación desarrollada para teléfonos móviles inteligentes que permitan la realización de ejercicios de fisioterapia desde el propio domicilio. En este sentido, se ha analizado la viabilidad y comercialización de este servicio.

1.2 Estructura del documento

En este documento se presenta el estudio de la situación actual en el campo de la telemedicina y la telerehabilitación, así como la detección de sus necesidades. Con ello, se pretende desarrollar un servicio para realización y seguimiento de ejercicios de fisioterapia en casa a través de un estudio de mercado. Debido a la naturaleza académica de este trabajo, se desarrolla una memoria descriptiva compuesta por los capítulos presentados a continuación:

- Introducción y objetivos: se realiza el planteamiento del trabajo justificando la realización del mismo y se presentan los distintos hitos a alcanzar con la realización del presente trabajo.
- Marco teórico: a través de las distintas subsecciones en que se divide el proyecto, se expone la situación actual en el ámbito de la rehabilitación mediante revisión bibliográfica y estadísticas, seguido de la presentación de nuevas tecnologías y sus posibles ventajas en este campo. En esta sección se aborda también la elaboración y los resultados obtenidos de una encuesta realizada.
- Propuesta de valor: se presenta la idea del servicio planteado haciendo hincapié en la aportación de valor que se pretende alcanzar.
- Fundamentos de la aplicación: introducción a la tecnología empleada en el servicio de telerehabilitación junto con indicaciones para su correcto uso.
- Plan de marketing: se realiza un análisis de la situación inicial a partir del estudio del macroentorno y el microentorno, apoyados por la construcción de las matrices DAFO y CAME. Se plantean los objetivos comerciales y las estrategias a seguir para su consecución, junto con un programa comercial donde se especifican las características y funcionalidades del producto, el precio y los métodos de comunicación y distribución. Este epígrafe finaliza con un control del plan de marketing, donde se detallan los indicadores para la evaluación de los objetivos comerciales junto con medidas correctoras en caso de ser necesarias.
- Finanzas: estimación de los costes y los ingresos del servicio.
- Conclusiones: comprobación de la consecución de los objetivos propuestos al inicio.
- Otras posibles aplicaciones: atendiendo a la tecnología y procedimiento descrito en el producto desarrollado en este proyecto, se plantearán diferentes ideas para la inclusión de estas tecnologías en otros ámbitos, de forma que puedan dar soluciones a otras necesidades sociales.
- Referencias.
- Anexos: se encuentran los distintos presupuestos consultados para el diseño de la aplicación y las preguntas que componen la encuesta realizada.



1.3 Objetivos

Tras la introducción previa donde se ha expuesto la situación actual acaecida en la práctica clínica y la detección de diversas carencias, se establecen los objetivos de este trabajo de fin de grado. El principal propósito es el desarrollo de un producto enfocado en la realización de ejercicios de fisioterapias desde casa y sus posibles vías de comercialización.

Para ello, se debe comprender el concepto de telemedicina, así como el de telerehabilitación, exponiendo sus fortalezas y debilidades además de compararlos con la práctica clínica convencional. Además, resulta conveniente consultar diversas estadísticas que proporcionan información acerca de distintos conceptos tales como características demográficas de los posibles clientes, nivel de conformidad con la atención sanitaria recibida o la masificación del sistema sanitario, entre otros. Para realizar una comparativa, se elabora una encuesta con el fin de contrastar la información que los sujetos aportan.

Por otra parte, comprender el funcionamiento de la aplicación resulta esencial, por lo que se detallará la tecnología implicada en la que se basa la aplicación. De esta forma, se muestra un prototipo de la *app* y los distintos accesorios que la acompañan, como son los marcadores de realidad aumentada y los sistemas para situarlos en el cuerpo del paciente.

Con el fin de estudiar la viabilidad técnica y económica del servicio, se plantean otros objetivos secundarios. Entre ellos, se elaborará un plan de *marketing* en el que se incluye un estudio en profundidad de la situación actual del mercado a partir de un análisis del macro y microentorno, apoyados en las matrices DAFO y CAME.

Seguidamente, se describirán también otros aspectos como los objetivos comerciales, las características del producto a ofrecer, las distintas opciones de comercialización, el precio asignado y la comunicación, además de una estimación de los ingresos y costes asociados.

Antes de finalizar este capítulo, se listan las asignaturas estudiadas durante la carrera que proporcionan conocimientos teóricos y prácticos necesarios para la elaboración de este trabajo.

Estrategia y Diseño de la Organización ofreció herramientas útiles en cuanto al análisis de las fortalezas, debilidades y otros aspectos de una empresa, tales como las matrices DAFO y CAME. En Economía Española se introdujo la utilización y navegación por la página web del Instituto Nacional de Estadística, muy útil para la búsqueda de información relevante en este trabajo. Investigación Comercial y Dirección Comercial mostraron las pautas a seguir para la realización de un estudio de mercado y confección de un plan de marketing. Finalmente, Economía Financiera y Dirección Financiera fueron claves en la estimación de los ingresos y costes asociados.

Capítulo 2. Marco teórico

Las personas con discapacidades motoras experimentan limitaciones en el control de la motricidad, fuerza y amplitud del movimiento. Estos déficits pueden limitar gravemente su capacidad para realizar las tareas diarias e incluso reducir su participación en actividades comunitarias y de ocio (Gabriele & Renate, 2009). La rehabilitación persigue la recuperación y superación de estas limitaciones. No obstante, un estudio indica que solo una pequeña parte de las personas que realizan ejercicios para su recuperación lo hacen de la forma adecuada, hecho que puede llevar al resto a experimentar afecciones crónicas de salud (Shaughnessy et al., 2006). Una solución a este problema, es la intervención y seguimiento por parte del personal médico, aunque, en ocasiones, puede resultar inviable por motivos económicos o de ocupación. En este sentido, se desarrolla el concepto de telemedicina y telerehabilitación.

2.1 Telemedicina

El término de telemedicina viene motivado por la problemática en el aumento de los costes y acceso desigual a una atención sanitaria de calidad, junto con la fusión de los sectores de la tecnología de la información y los servicios de salud (Bashshur, 2002). Los beneficios potenciales de la telemedicina incluyen una mayor disponibilidad de servicios y acceso a los proveedores de atención sanitaria, incluidos aquellos servicios que pueden no estar ubicados cerca de quienes los necesitan; menor tiempo de viaje tanto para el médico como para el paciente, menores costes y mejoras en la calidad de datos con un flujo de información disponible en cualquier momento y en cualquier lugar (Kaplan & Litewka, 2008). En términos generales, desde su creación a finales de los años sesenta y principios de los setenta, la historia de la telemedicina puede caracterizarse por tres períodos o épocas importantes. Cada una de ellas ha estado estrechamente relacionada con avances científicos en la tecnología de la información y las telecomunicaciones (Bashshur, 2002).

La primera fue la era de las telecomunicaciones, que abarcó los años setenta y continuó hasta principios de los ochenta. Esta era dependía de la transmisión y tecnologías de televisión, que comprenden sistemas de comunicación complejos y a menudo poco fiables. En este período, a excepción de unos pocos sistemas de elevado coste, los datos audiovisuales no estaban plenamente integrados. La segunda época, la era digital, surgió a finales de la década de 1980 y continúa actualmente. La digitalización de las telecomunicaciones y los avances informáticos marcan este período. La tecnología “*Integrated Service Digital Network (ISDN)*”, que permite la transmisión simultánea de voz, vídeo y datos biométricos a velocidades relativamente altas dentro de una red universal, fue la base (Bashshur, 2002).

En el continuo desarrollo de la tecnología de la comunicación, la era digital en la telemedicina está siendo cuestionada por el tercer periodo, la era de Internet. Permite el acceso abierto a una comunicación global constituyendo un cambio radical respecto a las épocas anteriores en el sentido en que la tecnología es más barata, está más generalizada y es accesible por un mayor número de personas (Bashshur, 2002).

Estos nuevos métodos pueden poner solución a diferentes necesidades y deseos de la población: relaciones personalizadas con los proveedores, información dirigida a sus necesidades y preocupaciones y herramientas interactivas para la salud (Kaplan & Litewka, 2008).

2.2 Concepto de telerehabilitación

El concepto de telerehabilitación se refiere a la prestación de servicios de rehabilitación médica y al apoyo a la vida independiente utilizando técnicas de telemedicina (Lathan et al., 2002). Combina tecnologías de telecomunicación, detección, visualización e informáticas, para permitir que la rehabilitación se lleve a cabo a distancia (Cooper et al., 2001). Incluye disciplinas clínicas como la patología del habla y el lenguaje, la terapia ocupacional y física, la neuropsicología, la tecnología de asistencia y la rehabilitación cardíaca y vocacional. Los tipos de intervenciones de telerehabilitación que pueden realizarse son amplios e incluyen aplicaciones tales como la prestación directa de servicios al paciente (Russell et al., 2003), la consulta a especialistas (Engbers et al., 2003) y la monitorización a distancia (Lutz et al., 2007).

La demanda de servicios de rehabilitación está creciendo como resultado del envejecimiento de la población y de la mejora del tratamiento de los pacientes. Debido a este aumento de la demanda, así como a los problemas de escasez de médicos, los profesionales están recurriendo a la telerehabilitación como una forma de mejorar el acceso, la calidad de atención y reducir los costes (Brennan & Barker, 2008), permitiéndoles impartir instrucción y evaluar el rendimiento a distancia.

Por otro lado, según el “*World Report on Disability*” publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (World Health Organisation & The World bank, 2011), las personas con discapacidad se topan con barreras que impiden el acceso a la asistencia sanitaria.

Entre ellas, podemos encontrar costos prohibitivos, en el sentido en que un servicio de salud factible y el transporte son dos de los principales motivos por los que las personas con discapacidad no reciben la atención que necesitan en los países menos desarrollados. Tal es así, que, según datos de la OMS para el año 2018 (Organización Mundial de la Salud, 2018), alrededor de un 51% de las personas con discapacidad no pueden recibir asistencia sanitaria debido a su elevado coste, en comparación con un 32% de aquellos sin discapacidad. En este mismo informe, se señala también la existencia de obstáculos físicos como la distancia hasta los establecimientos o incluso zonas de estacionamiento inaccesibles.

Para facilitar este aumento en el alcance y la reducción de costes, un sistema debe permitir que el terapeuta realice estos servicios de forma remota, es decir, al reducir la necesidad de que el paciente viaje, el coste de los servicios es inferior (Chinthammit et al., 2014). Los enfoques basados en vídeo permiten la entrega remota de la instrucción y el monitoreo del desempeño del paciente (Durfee et al., 2007). La captura del rendimiento, puede lograrse mediante ideas basadas en sensores, como guantes de datos (Subramanian et al., 2007) o mediante métodos apoyados en la visión, como una cámara web (Kizony et al., 2006) o el seguimiento de marcadores (Alamri et al., 2009).



Es esencial que este servicio se diseñe y aplique teniendo en cuenta a los consumidores. Si bien los factores como la edad, la educación y la experiencia tecnológica deben tenerse en cuenta al llevar a cabo la telerehabilitación, también deben considerarse las posibles deficiencias de los pacientes. Los déficits en las habilidades cognitivas, motrices, visuales, del lenguaje y de la voz juegan un papel importante en la capacidad de los pacientes para utilizar la tecnología y en su nivel de aceptación y adaptación a recibir servicios a distancia (Lathan et al., 2002). Una forma de lograrlo es aplicar los principios básicos de diseño universal, por ejemplo, proporcionar un teléfono con botones grandes, ofrecer métodos de entrada alternativos a los dispositivos (como una pantalla táctil o reconocimiento de cara o voz) o utilizar manuales de instrucciones (Brennan & Barker, 2008).

Otros factores humanos importantes en la telerehabilitación son el entorno de prestación de servicios y la formación de los usuarios. El diseño de un espacio para este fin debe permitir a los pacientes con asistentes de movilidad, tales como sillas de ruedas, acceder al servicio. Para pacientes de telerehabilitación, técnicas educativas como, por ejemplo, la demostración del funcionamiento en lugar de una explicación en papel, puede ser necesaria para asegurar que sean capaces de comprender plenamente los procedimientos y las tareas que se les exigirá (Brennan & Barker, 2008).

2.3 Estudio de estadísticas

En este epígrafe se recogen distintos datos y estadísticas obtenidos del Instituto Nacional de Estadística (INE) y del “*World Report on Disability*” ya comentado en el epígrafe anterior, a partir de los cuales se pretende dar una justificación a los problemas detectados.

En primer lugar, se ha elaborado un gráfico de dispersión a partir de datos del INE, donde se muestra la evolución del porcentaje de ocupación en los hospitales en lo que respecta al área de rehabilitación frente a la media, teniendo en cuenta todas las áreas de un hospital.

Como se puede observar en el Gráfico 1, el porcentaje de ocupación del área de rehabilitación en hospitales se viene manteniendo constante en el periodo estudiado, en torno a un 80%. Por otra parte, el porcentaje de ocupación teniendo en cuenta todas las áreas que conforman un hospital se ve incrementado, aunque muy ligeramente. Comparando ambas líneas de evolución, se puede llegar a la conclusión de que el área de rehabilitación es una de las que presentan mayor índice de ocupación, ya que se sitúa por encima de la media del total de dependencias.

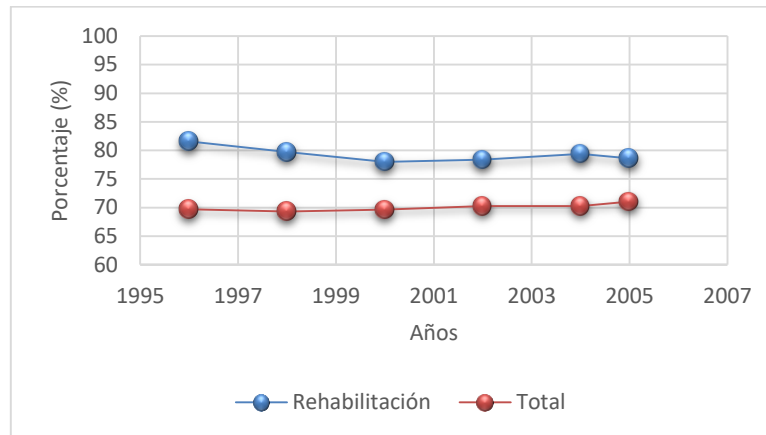


Gráfico 1. Evolución del porcentaje de ocupación del área de rehabilitación de un hospital frente al porcentaje medio de ocupación teniendo en cuenta todas las áreas, entre los años 1996 y 2005.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos ofrecidos por el INE.

Para contrastar dicha información, en el Gráfico 2 se muestra un gráfico de barras donde se puede ver la influencia que tiene cada área sobre la media de ocupación de un hospital para el año 2005. Se ha marcado la media (71.05%) en el propio gráfico para poder visualizar más fácilmente aquellos sectores que superan dicho valor y aquellas que tienen un porcentaje de ocupación inferior. Tal y como se puede observar, el campo de la rehabilitación es una de las áreas que mayor proporción de ocupación tiene dentro de un hospital. Este hecho justificaría, en cierta medida, la masificación que se da en este sector y sirve como argumento para la búsqueda de soluciones que puedan mejorar dicha situación.

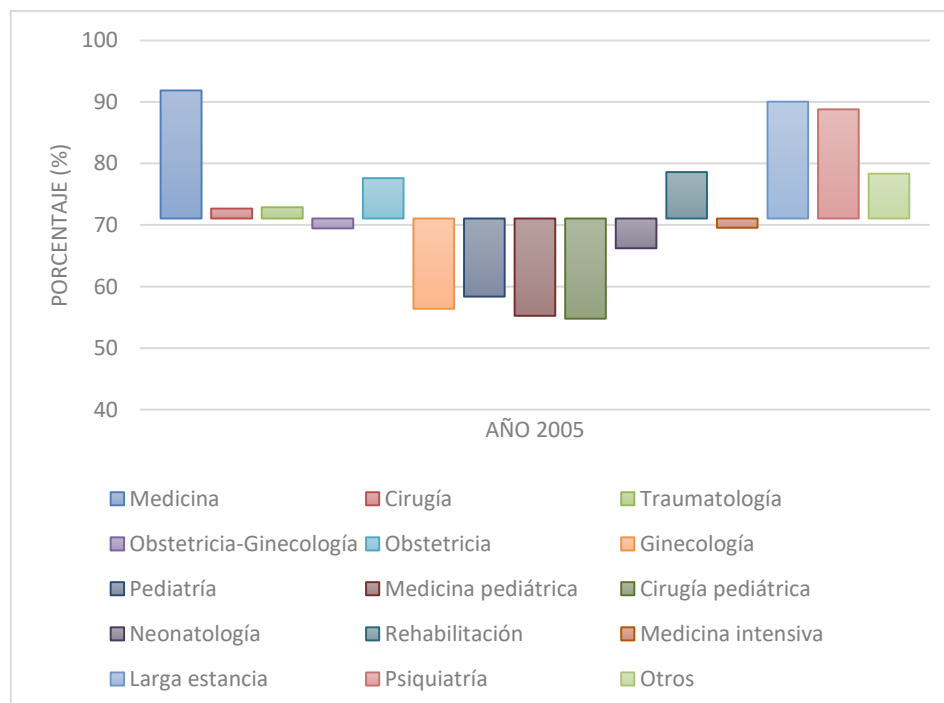


Gráfico 2. Porcentaje de ocupación desglosado por áreas dentro de un hospital frente a la media de todas ellas para el año 2005.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos ofrecidos por el INE.

Por otra parte, según datos del INE, en el año 2008¹ la cifra total de personas que sufrían algún tipo de discapacidad o limitación en España era de 3.847.900 personas, de las cuales 1.547.700 eran varones y 2.300.200 mujeres. Teniendo en cuenta que el número de habitantes en España en el año 2008 era de 46.063.511, estas cifras suponen que alrededor de un 8.35% de la población padecía discapacidad ese año.

Estos datos resultan de gran utilidad al compararlos con la cifra de población que padece discapacidad en función tanto de la necesidad y la recepción de servicios sanitarios o sociales como del grupo de discapacidad, por tipo de municipio y sexo para el año 2008. Como se puede observar en el Gráfico 3, del total de personas con algún tipo de discapacidad relacionada con la movilidad (2.544.100 personas), el 68% ha necesitado algún tipo de tratamiento. Este porcentaje está compuesto por un 61% de personas que lo han necesitado y lo han recibido y un 7% que lo han necesitado y no lo han recibido. Este hecho justifica la necesidad mostrada anteriormente de mejorar el acceso, reducir costes y controlar la masificación para dar servicio a la mayor cantidad de necesitados posible.

Realizando un análisis más exhaustivo de los datos, a partir del Gráfico 4 se puede concluir que un 46% de personas con algún tipo de discapacidad relacionada con la movilidad que han necesitado tratamiento y no lo han recibido, pertenecen a municipios de menos de 50.000 habitantes. Por otra parte, un 23%, pertenece a poblaciones con menos de 10.000 habitantes. Este hecho corrobora la existencia de la problemática entre la atención sanitaria, la dificultad del desplazamiento y la masificación de pacientes por hospital.

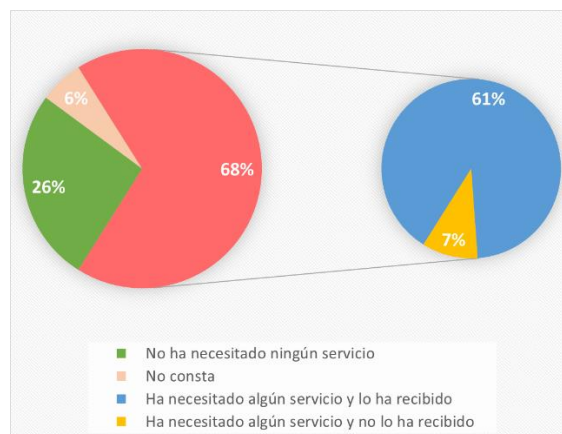


Gráfico 3. Izquierda: distribución de las personas que tienen algún tipo de discapacidad relacionada con la movilidad y han necesitado o no han necesitado algún servicio. Derecha: de aquellas que lo han necesitado, porcentaje de las que lo han recibido y de las que no lo han recibido.

Fuente: elaboración propia a partir de datos del INE.

¹ Últimos datos actualizados en el Instituto Nacional de Estadística.

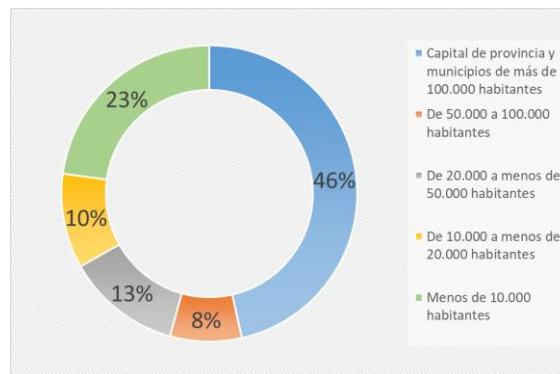


Gráfico 4. Distribución demográfica del total de personas que han necesitado tratamiento y no lo han recibido.
Fuente: elaboración propia a partir de datos del INE.

Como se ha comentado, para el empleo del servicio propuesto es necesario disponer de una conexión activa a internet. Aunque más adelante proponen algunas soluciones en caso de su ausencia, es interesante realizar un estudio de los hogares españoles y, más concretamente, valencianos, que disponen de acceso a internet. Asimismo, también se muestran resultados de viviendas que disponen de teléfono móvil.

Tal y como se muestra en el Gráfico 5, tanto en el territorio nacional como en el valenciano se experimenta una evolución pronunciada en cuanto al porcentaje de viviendas que disponen de acceso a internet. Desde el año 2008 hasta el 2018, se ha producido un incremento de alrededor de 40 puntos porcentuales para ambos, alcanzando sus máximos en 86.4% hogares para España y 86.8% para la Comunidad Valenciana. Estos datos son favorables dado que implican que el acceso a internet, a priori, no parece ser un inconveniente en el desarrollo del servicio propuesto.

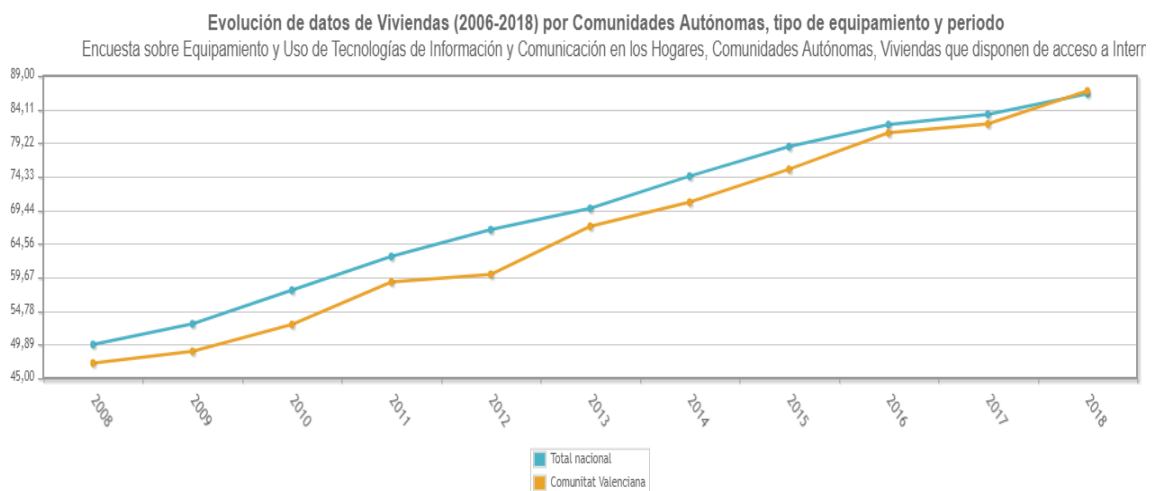


Gráfico 5. Evolución del porcentaje de viviendas españolas y de la Comunidad Valenciana que disponen de acceso a internet. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

De igual forma que la conexión a internet, la posesión de un teléfono móvil que permita la grabación y captura de los movimientos realizados con la aplicación es otro aspecto importante. Observando el Gráfico 6, se concluye que tampoco parece ser un problema para el desarrollo del producto dado que, a fecha de 2018, el 98.6% de los hogares valencianos y el 98% de las viviendas españolas disponen de teléfono móvil. Sin embargo, sería interesante realizar un estudio más exhaustivo relacionado con el tipo de teléfono móvil y la posibilidad de ejecutar la aplicación, ya que seguramente no todos ellos sean terminales adecuados.

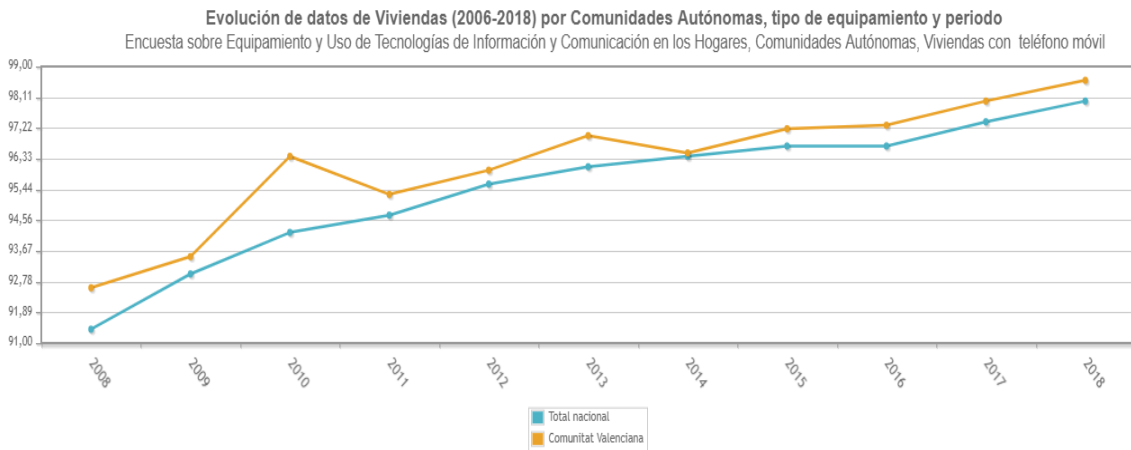


Gráfico 6. Evolución del porcentaje de viviendas españolas y de la Comunidad Valenciana que disponen de acceso a internet. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

Para finalizar esta sección, se muestran algunos datos en la misma línea de los anteriormente comentados, pero a nivel mundial. Según datos de la Organización Mundial de la Salud para el año 2018 (Organización Mundial de la Salud, 2018), en el mundo hay más de mil millones de personas (alrededor de un 15% de la población mundial) que padece algún tipo de discapacidad. Los ratios de discapacidad están incrementando en los últimos años a causa del envejecimiento y el aumento de las enfermedades crónicas, entre otras causas. En este sentido, las personas con discapacidad tienen menos acceso a los servicios de asistencia sanitaria y, por ello, necesidades insatisfechas al respecto. De hecho, se estima que un 50% de ellas no tienen acceso a la asistencia sanitaria y la rehabilitación que necesitan (Organización Mundial de la Salud, 2018).

2.4 Realidad virtual y aumentada

La realidad virtual (RV), se ha convertido en una herramienta viable en varios aspectos de la terapia y la rehabilitación. Los continuos avances en la tecnología de realidad virtual, junto con la reducción de costes de los sistemas, han apoyado el desarrollo de sistemas de RV más útiles y accesibles que pueden dirigirse exclusivamente a una amplia gama de problemas de rehabilitación física, psicológica y cognitiva, así como a cuestiones de investigación. La realidad virtual representa más que una simple extensión lineal de la tecnología informática existente para uso humano. Ofrece el potencial de realizar pruebas humanas sistemáticas, entrenamiento y entornos

de tratamiento para un control preciso de los procedimientos. De la misma forma que un simulador de avión permite entrenar y probar pilotos, los entornos virtuales (EVs) presentan simulaciones para evaluar y rehabilitar el rendimiento funcional humano bajo una serie de condiciones de estímulo que no son fáciles de conseguir y controlar en el mundo real (Rizzo et al., 2005).

En los últimos años, se han producido avances en este campo relacionados con la velocidad computacional, gráficos, aplicaciones táctiles, seguimiento del movimiento y reconocimiento de voz, entre otros, que han dado lugar a sistemas de realidad virtual más potentes y de menor coste asociado. Las aplicaciones de realidad virtual combinadas con internet podrían ofrecer la posibilidad de mantener una conexión entre un paciente remoto y un servidor o profesional en una clínica de rehabilitación. De esta forma, el rendimiento del paciente en su propio hogar puede ser monitorizado, cuantificado, analizado y representado gráficamente en un formato intuitivamente comprensible para su análisis por parte de los profesionales de la rehabilitación (Rizzo et al., 2005).

Por otra parte, la realidad aumentada (RA), es otro método potencial para prestar servicios de salud y rehabilitación a distancia. Se ha demostrado que los sistemas de realidad aumentada son capaces de medir el tiempo de realización de las tareas y la velocidad del movimiento de la mano, capturando los movimientos de los pacientes mientras mueven un objeto tangible (Alamri et al., 2009) o con un seguimiento basado en marcadores.

Estos sistemas de RA combinan elementos digitales con la realidad en una realidad mixta, desarrollando nuevas experiencias interactivas entre el usuario y un mundo tanto virtual como real (Ronald T., 1997). Esta es la principal diferencia que existe entre el término de realidad aumentada y realidad virtual, ya que este último ofrece un entorno completamente artificial.

Se utilizan imágenes de referencia denominadas marcadores que se emplean generalmente para rastrear objetos del entorno. Pueden ser colocados en un entorno físico fijo, de modo que se pueda identificar la ubicación de una cámara en movimiento, o pueden colocarse en objetos o personas en movimiento, de forma que permita calcular una ubicación relativa a una cámara fija o en movimiento (P.Chauhan & M.Kayasth, 2015). Existen multitud de marcadores que pueden ser empleados en realidad aumentada en función de la actividad. A continuación, se muestran algunos ejemplos de ello (Fernández et al., 2012).

- Los más relevantes son los **ARToolKit** y **ARToolKitPlus** (versión **ARToolKit** para Smartphones), marcadores cuadrados con borde negro que rodea una imagen interior con diferentes patrones, tal y como se puede apreciar en la Ilustración 1. **ARToolKit**. Este tipo de marcadores resulta útil para muchas aplicaciones, pero tiene algunas limitaciones. El empleo de la correlación para verificar e identificar los marcadores causan un elevado número de falsos positivos. Además, la singularidad de estos marcadores se deteriora a medida que la cantidad de ellos crece, lo que conlleva además un elevado tiempo de procesamiento debido a que la región central del marcador se debe correlacionar con el resto de marcadores de la librería (Fiala, 2005).



Ilustración 1. ARToolkit.

Fuente: <https://www.cs.vu.nl/~eliens/manuals/art-pc211/ART-PC2.11.htm>

- ARTag Ilustración 2. ARTag. es otro sistema que consta de 2002 marcadores, con un rendimiento mejorado respecto a ARToolkit en la identificación y verificación de marcadores. El paradigma de disponer de un borde cuadrado negro con un patrón en su interior se mantiene en ARTag, pero el procesamiento del interior se sustituye por un enfoque digital. Están formados por un borde cuadrado de cualquier polaridad (blanco sobre negro o negro sobre blanco) y una rejilla cuadrada de 6x6 que divide la zona interior (Fiala, 2005).



Ilustración 2. ARTag.

Fuente: <https://pypi.org/project/ar-markers/>

- La librería **ArUco** (Ilustración 3) fue desarrollada originalmente por Rafael Muñoz y Sergio Garrido (Garrido-Jurado et al., 2016) (Romero-Ramirez et al., 2018). Está basado en OpenCV² y permite la detección de varios tipos de etiquetas. Su proceso de detección es mucho más efectivo y rápido que el proceso de una biblioteca similar, AprilTag. Este tipo de marcadores se explica con más detalle en el Capítulo 5.

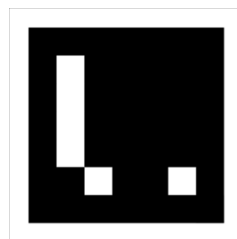


Ilustración 3. ArUco marker [30].

Esta incipiente tecnología está siendo utilizada por investigadores en el ámbito de la biomecánica para el análisis de ciertos segmentos corporales. Un trabajo llevado a cabo por el Instituto de Biomecánica de Valencia (Parrilla et al., 2013), utilizó marcadores de realidad aumentada ArUco para medir la cinemática del tobillo. Se colocaron dos marcadores en la pierna y pie del sujeto a partir de los cuales se calculó el ángulo de cada marcador con respecto al plano de la cámara.

² Biblioteca libre de visión artificial.

Cada marcador se detectó a partir del análisis de las imágenes grabadas por la cámara, con la ayuda de algoritmos programados con la librería de OpenCV.

2.5 Ejemplos de aplicaciones

En el presente epígrafe se presentan algunos trabajos donde se recoge información acerca de investigaciones en aplicaciones de telerehabilitación.

El trabajo escrito por (Giansanti et al., 2013), está centrado en la telerehabilitación diaria de la marcha en el hogar y en el hospital. Su objetivo es diseñar, construir y validar un sistema portátil de monitorización de la actividad de movimiento con algunos requisitos como capacidad de adaptación a los distintos perfiles de pacientes y de proporcionar automáticamente los datos cuantitativos de las pruebas.

Con ello, la solución propuesta fue un sistema de atención portátil para rehabilitación diaria que integrara contadores de pasos, electrónica dedicada y vías adecuadamente diseñadas que proporcionara retroalimentación a los pacientes motivándoles a continuar la terapia y, a los profesionales, información cuantitativa mediante la cual evaluar el progreso de los pacientes. Un contador de pasos portátil permanece conectado a una unidad central; se colocan pares de fotodetectores a lo largo del recorrido de los distintos pasillos para controlar el momento en que se realizan los ensayos. La unidad central está conectada a un PC para el procesamiento de datos y la comunicación a través de la red (Ilustración 4).

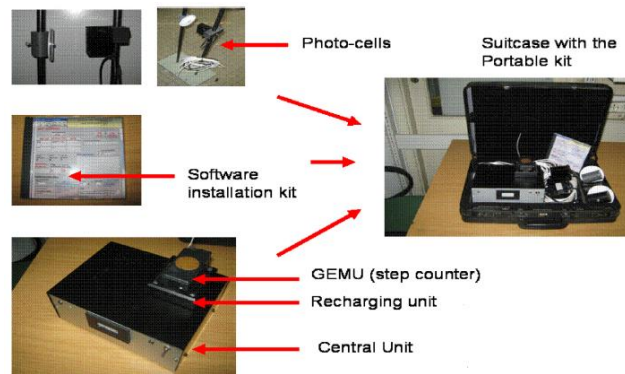


Ilustración 4. Componentes del sistema (Giansanti et al., 2013).

Este sistema fue testeado exitosamente en dos grupos de sujetos simulando tanto un entorno hospitalario como uno doméstico. Realizando también una comparativa con un sistema de medición inercial, se mostró un mejor rendimiento, de forma que la aceptación fue elevada. Aspectos positivos y ventajas de esta aplicación son el bajo coste comparado con otras soluciones y gran precisión.

Otro ejemplo de aplicación es el descrito por (Kairy et al., 2009), en el que se propone el desarrollo de un sistema de telerehabilitación que permite la rehabilitación de las extremidades superiores con un monitoreo continuo y off-line. Más específicamente, el objetivo principal del estudio propuesto es evaluar la eficacia, en términos de recuperación motora, de un novedoso programa

de telerehabilitación a medida. Está centrado en el paciente y basado en el hogar, utilizando un sistema de juego de realidad virtual asequible para la rehabilitación de las extremidades superiores después de un accidente cerebrovascular. Este sistema, combinado con la monitorización remota off-line, podría permitir que los pacientes se hicieran cargo y continuaran su rehabilitación más allá de los servicios actuales.

El sistema de realidad virtual que se propone utilizar en el proyecto es el Jintronix³, que proporciona una plataforma de telerehabilitación para las extremidades superiores mediante realidad virtual. En el hogar del paciente, el sistema Jintronix se configura utilizando un ordenador de sobremesa normal con Windows 8 y un sensor de captura de movimiento Kinect II que funciona con internet de alta velocidad. Para este estudio, se proporcionó una conexión a internet a través de tarjetas de internet móvil con tecnología inalámbrica.

El trabajo concluye afirmando que este enfoque puede mejorar la continuidad de la atención una vez que los pacientes son dados de alta de la rehabilitación, asegurando que continúen mejorando su recuperación más allá de los que está actualmente disponible. También afirma que es una opción a considerar para la prestación de servicios en zonas más rurales y remotas, donde el acceso a los servicios ambulatorios suele ser más limitado.

2.6 Ventajas de la telerehabilitación y comparativa con la rehabilitación convencional

Realizar el tratamiento de rehabilitación en el propio domicilio ofrece grandes ventajas. En primer lugar, mejora en gran medida la calidad de vida del paciente tanto en comodidad como en accesibilidad, siendo mayor en sujetos con problemas de movilidad. Además, siempre que permita evitar desplazamientos a los centros de rehabilitación se está ofreciendo a la persona libertad de horarios y lugar. De esta forma, el tratamiento es una práctica menos traumática, al realizarse en un entorno familiar y cotidiano.

En esta misma línea, además del tiempo empleado por el individuo en cada desplazamiento a la clínica, los costes de desplazarse se minimizan al realizar los ejercicios en el hogar. Adicionalmente, esta práctica permite aumentar el número de pacientes atendidos por un fisioterapeuta, lo que supone en términos económicos un ahorro significativo.

Otra ventaja es la motivación que puede adquirir el paciente al realizar la autogestión de su tratamiento. Muchos programas de telerehabilitación incentivan la implicación del paciente estableciendo premios o felicitaciones virtuales en función de los progresos.

Realizando una comparativa con la rehabilitación convencional y la mención de un estudio llevado a cabo con este fin, se evalúa la eficacia de la telerehabilitación.

La evolución tecnológica facilita la medición con elevada precisión y objetividad de los movimientos de los sensores colocados en el cuerpo. Estos sensores pueden controlar posiciones, ángulos, velocidades y aceleraciones determinando así la calidad del movimiento. Con esta

³ Videojuego interactivo desarrollado por Jintronix Inc (Montreal, Canadá) desde 2010. Este sistema se describe en el 6.1.2.2.



técnica el profesional tiene a su disposición un seguimiento más exhaustivo y control riguroso de la evolución de su paciente.

En la rehabilitación convencional, el fisioterapeuta marca una serie de ejercicios y el paciente los lleva a cabo de la forma más correcta posible, pero después de varias repeticiones, se tiende a la desconcentración. En telerehabilitación, el paciente puede contar con una pantalla que indica los movimientos a realizar mostrando trazos y líneas y comprobando la desviación para corregir al usuario. Es obvio que la telerehabilitación no puede sustituir a un fisioterapeuta, ya que requiere de su supervisión, pero puede convertirse en una herramienta muy útil con multitud de ventajas.

Un trabajo llevado a cabo por (Cottrell et al., 2017), tiene como objetivo evaluar la efectividad de un tratamiento de afecciones musculoesqueléticas realizado a través de telerehabilitación en tiempo real y determinar si es comparable a los métodos convencionales.

El estudio concluye con que los resultados apoyan la utilización de telerehabilitación, aunque se requieren ensayos clínicos rigurosos adicionales antes de concluir formalmente su eficacia en el tratamiento de la mayoría de las afecciones musculoesqueléticas. No obstante, existen pruebas sólidas para concluir que el tratamiento fisioterapéutico mediante telerehabilitación (software de videoconferencia) para los pacientes que siguen una artroplastia total de rodilla⁴ es eficaz y equivalente a los modelos convencionales de atención cara a cara con respecto a la mejoría de la función física y el dolor.

⁴ Reemplazo total de la articulación.

Capítulo 3. Elaboración y resultados de una encuesta

Con el objetivo de justificar el trabajo realizado, además de las estadísticas comentadas en 2.3, se ha recogido información para conocer en profundidad la opinión en relación con la rehabilitación convencional y la telerehabilitación.

3.1 Elaboración de la encuesta

El instrumento de recogida de datos escogido ha sido una encuesta estructurada en base a los objetivos establecidos para este trabajo.

El cuestionario se inicia con una invitación a su realización, especificando los motivos por los que se lleva a cabo e indicando la duración aproximada de este. El documento consta de 16 preguntas estructuradas en tres bloques:

- Rehabilitación: dentro de este bloque se realizan preguntas acerca de la experiencia personal con los tratamientos de rehabilitación, así como preguntas sobre preferencias y conocimiento de telerehabilitación.
- Tecnología: en esta sección se pretende indagar en los conocimientos tecnológicos de las personas encuestadas con el fin de averiguar aquellos que serían aptos para la utilización de la aplicación.
- Datos personales: se recoge información acerca de la edad, el sexo y la zona de residencia de los encuestados.

Con este fin, se han elaborado preguntas de selección múltiple, respuesta corta y cuadrículas de varias opciones.

La encuesta ha sido distribuida a través de las redes sociales de Facebook e Instagram entre los días 10 y 13 del mes de abril de 2019. Tras el cierre de la misma, se han recibido 129 respuestas.

Previamente al análisis de los resultados obtenidos, se ha realizado una depuración de la encuesta. Para ello, se han eliminado aquellas respuestas no contestadas, es decir, las que se encontraban totalmente en blanco. Además, se han suprimido también aquellas en las que había alguna pregunta sin respuesta. Por otra parte, gracias a las preguntas de control de “¿Dispone de Smartphone propio?” y “¿Dispone de conexión activa a internet en su Smartphone, ya sea mediante Wifi en su hogar o datos móviles?”, se han descartado también aquellas a las que se había respondido “No” a la primera y “Sí” a la segunda pregunta.

Finalmente, tras realizar estas consideraciones, se tiene un total de 122 respuestas disponibles que serán analizadas en la siguiente sección.

3.2 Análisis de resultados de la encuesta

En primer lugar, se conoce el perfil de los encuestados gracias a las preguntas de edad, sexo y lugar de residencia. Este perfil está compuesto por 40,2% (49) de personas comprendidas entre los 19 y los 40 años, un 46,7% (57) que se encuentran entre los 41 y los 60 años y un 13,1% (16) personas mayores de 60 años. De todas ellas, un 67,2% (82) son mujeres mientras que un 32,8% (40) son hombres. En cuanto al lugar de residencia, un 7,4% (9) de los encuestados afirma vivir en un municipio de menos de 10.000 habitantes; un 4,9% (6) en un municipio de 10.000 a 20.000 habitantes; un 52,5% (64) en un municipio de 20.000 a 50.000 habitantes; un 3,3% (4) en un municipio de 50.000 a 100.000 habitantes y el 32% (39) restante en capital de provincia o municipio de más de 100.000 habitantes. Estos datos serán de gran interés al relacionarlos con las respuestas proporcionadas en las preguntas restantes.

El hecho de que la telerehabilitación sea un concepto relativamente nuevo y no existan aplicaciones móviles en el mercado, está respaldada en esta encuesta por la pregunta “¿Conoce algún método/aplicación de telerehabilitación (rehabilitación a distancia)?”, a la cual un 94,3% (115) de los encuestados afirma no conocer ningún método o aplicación de telerehabilitación.

Otra pregunta encaminada a reafirmar este hecho, ha sido conocer cuántos de los encuestados había realizado alguna vez una teleconsulta consulta ya sea con su médico o su fisioterapeuta. A esta pregunta, tan solo un 8,2% (10) respondió de forma afirmativa.

El resto de preguntas van enfocadas a conocer la experiencia personal y opinión acerca de los tratamientos de rehabilitación llevados a cabo por los encuestados. A partir de sus respuestas, se conoce que un 66,4% (81) ha realizado algún tipo de tratamiento de rehabilitación en los últimos tres años, frente a un 33,6% (41) que no lo han hecho. Este hecho aporta una ligera idea de la demanda de la población de los servicios de rehabilitación. Con el objetivo de conocer la satisfacción de esta demanda, se ha preguntado si en alguna ocasión, el sujeto ha necesitado un tratamiento de rehabilitación y ha sido dirigido a una lista de espera. De ellos, un 28,7% (35), ha necesitado en algún momento un tratamiento de rehabilitación y no ha podido recibirlo de forma inmediata, hecho que justifica las afirmaciones realizadas en la sección 2.3, sobre la masificación de las clínicas. Por tanto, con estas dos preguntas se extrae la conclusión de que, ante la gran demanda de tratamientos de rehabilitación por parte de la población, el mercado no está preparado para dar servicio y cubrir esta necesidad.

Para profundizar todavía más en este aspecto se pregunta que, en caso de haber tenido que esperar para recibir el tratamiento indique, en respuesta corta, el intervalo de tiempo de espera. Tras analizar las 35 respuestas, se ha obtenido el Gráfico 7:

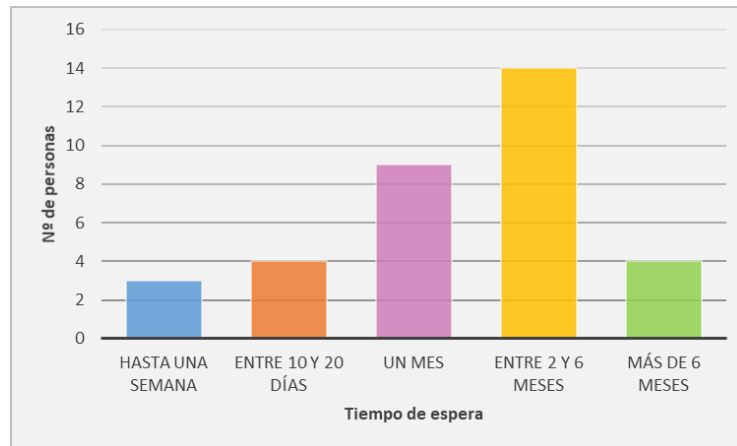


Gráfico 7. Tiempo de espera de los encuestados que habían respondido afirmativamente a la pregunta “En alguna ocasión, ¿ha necesitado un tratamiento de rehabilitación y le han dejado en lista de espera?”.

Fuente: elaboración propia.

Tal y como se puede observar en Gráfico 7, de todos aquellos que han tenido que esperar para recibir su tratamiento, los que lo han hecho durante una semana o menos son la minoría con un 8,82% (3). Estos, junto con los que han tenido que esperar entre 10 y 20 días, suman un 20,59% (7). El restante 79,41% se han visto obligados a esperar más de un mes, concentrándose la mayor cantidad de los sujetos en un intervalo de entre 2 y 6 meses, un 41,18% (14) concretamente; e incluso llegando a los 9 meses de demora en el caso de 2 (5,88%) de ellos. Estos números suman un total de 34 encuestados ya que, el sujeto restante hasta los 35, ha respondido “Todavía sigo esperando.”.

Siguiendo esta misma línea, se ha preguntado si en alguna ocasión, el sujeto ha necesitado un tratamiento de rehabilitación y no lo ha podido recibir o ha decidido no realizarlo. A esta pregunta, el 21,95% (27) han respondido afirmativamente, frente a un 96 (78,05%) a los que no se les ha presentado esta situación.

Para analizar esta pregunta más profundamente, se preguntó a estas 27 personas que indicaran el motivo por el cual no había podido o había decidido no realizar el tratamiento. Se les dio a escoger entre diversas respuestas entre las que se encontraban:

1. Coste del tratamiento.
2. Dificultad en el desplazamiento a la clínica.
3. Falta de tiempo.
4. Complicación relacionada con los horarios de la clínica.
5. Otro.

Las respuestas obtenidas se muestran en el Gráfico 8:

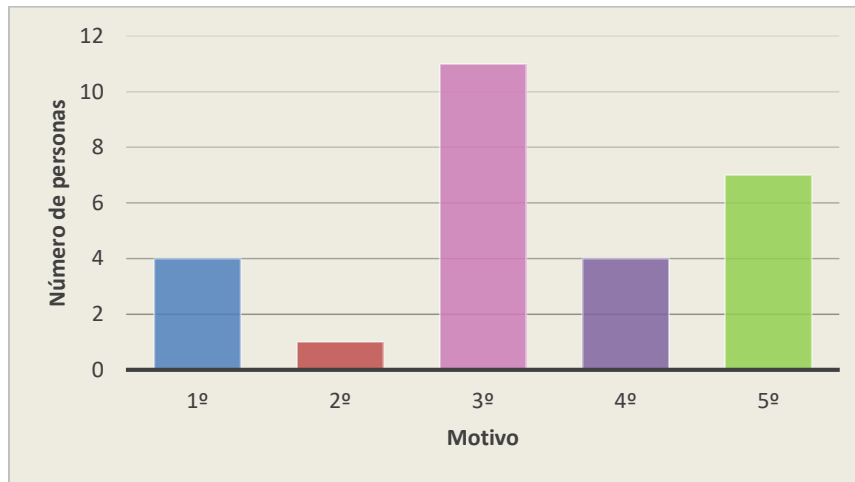


Gráfico 8. Motivo por el cual no se ha podido o ha decidido no realizar el tratamiento tras responder de forma afirmativa a la pregunta “En alguna ocasión, ¿ha necesitado un tratamiento de rehabilitación y no lo ha podido recibir o ha decidido no realizarlo?”. Fuente: elaboración propia.

Dado que se había reservado una opción para que pudieran explicar realmente el motivo, se han encontrado las siguientes respuestas pertenecientes al apartado de “Otro”:

- “Pasó demasiado tiempo hasta que me llamaron y ya no me interesaba asistir”.
- “Me ponían máquinas que consideraba insuficientes y no tenía atención física por parte del fisioterapeuta”.
- “Consideraba que necesitaba rehabilitación y no me la ofrecieron desde la Seguridad Social. Por ello, y debido al coste que suponía hacerlo por privado, decidí no realizar rehabilitación”.
- “Dejades de la enfermera”.
- “Saturación de los servicios sanitarios”.
- “Falta de profesionalidad del fisioterapeuta”.
- “Lo hice de forma privada porque la sanidad pública tardó mucho en llamarme”.

Como se puede observar analizando conjuntamente el gráfico de barras y las respuestas abiertas, gran parte de los encuestados (un 62,96%) encuentran el motivo de no haber realizado el tratamiento o haber decidido no realizarlo al tiempo necesario para llevarlo a cabo, ya sea por falta de este o por problemas relacionados con los horarios de las clínicas. Otra gran parte de ellos, achacaba el motivo al coste del tratamiento (un 18,52%). Tres de ellos (11,11%), decidieron interrumpir el tratamiento debido a la falta de atención y profesionalidad por parte del personal médico. El motivo de los dos sujetos restantes fue, como ya se ha comentado, la saturación de los servicios sanitarios y la dificultad de desplazamiento, aspecto que también se ha tratado en 2.3.

Una de las ventajas del producto desarrollado ya comentada, es la facilidad que ofrece a los familiares de los pacientes dado que, con este servicio, no tendrían que acompañar ni transportar al paciente hasta la clínica. Este hecho también se ha querido reflejar en la encuesta, preguntado si en alguna ocasión, ha tenido que acompañar/llevar a un conocido a un centro de rehabilitación porque él/ella no podía hacerlo por su propia cuenta. A esta pregunta, un 34,4% (42) de los encuestados ha tenido que realizar esta acción en algún momento.

Otra de las preguntas formuladas, tiene relación con el interés de los encuestados en realizar ejercicios de rehabilitación en casa, en el sentido de si han buscado ejercicios de rehabilitación

por internet o no. Un 50,8% (62) han respondido que sí, frente a un 49,2% (60) los cuales no lo han hecho.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para una pregunta donde se solicitaba el encuestado que valorara, del 1 al 5 siendo uno ninguna y 5 máxima, la importancia que le daba a cada uno de los aspectos indicados durante un tratamiento de rehabilitación. Los datos recogidos se muestran en el Gráfico 9.

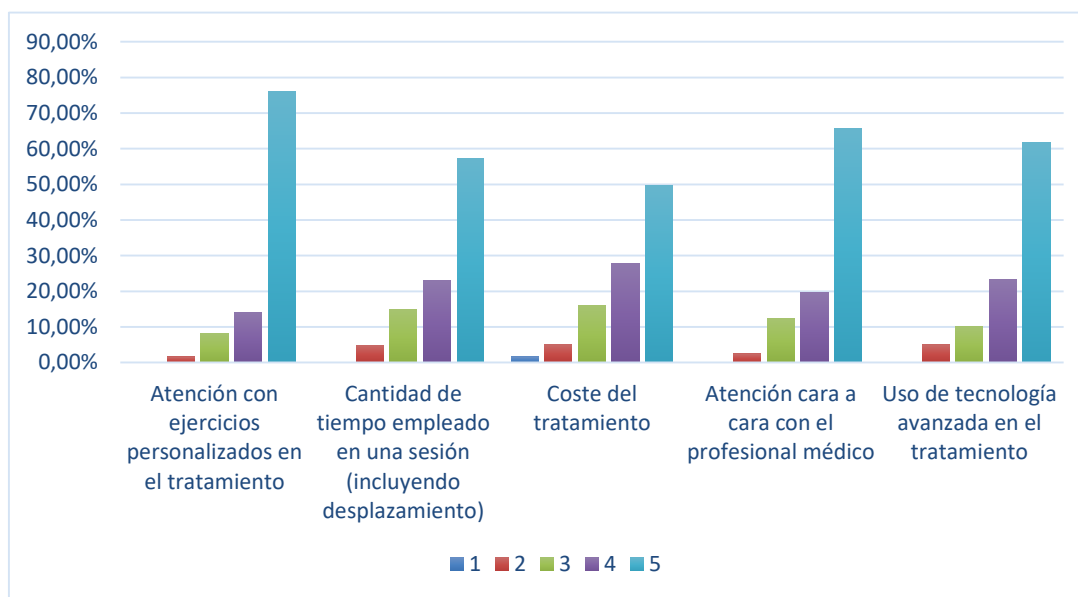


Gráfico 9. Porcentaje de valoración (del 1 al 5) de cada uno de los aspectos indicados.

Fuente: elaboración propia.

A la vista de los resultados, se observa que gran parte de los sujetos le da máxima importancia a diversos aspectos como son la atención con ejercicios personalizados en el entrenamiento, cantidad de tiempo empleado en una sesión (incluyendo desplazamiento), coste del tratamiento y uso de la tecnología avanzada en el tratamiento. El servicio desarrollado está enfocado a adquirir estos temas como una ventaja, dándoles la máxima importancia dado que, como se esperaba, son requisitos indispensables para la población a la hora de darle facilidades y comodidades.

Sin embargo, se ha incluido también que valoraran la atención cara a cara con el profesional médico, el cual tiene elevada consideración entre los individuos.

En cuanto al bloque tecnológico, se han realizado tres preguntas con el fin de valorar si los encuestados podrían o no hacer uso del servicio. Para ello, se les propuso indicar su grado de familiarización con la tecnología. A partir de las respuestas obtenidas, se tiene que un 77% (94) afirma tener un grado de familiarización entre medio y muy alto, mientras que un 23% (28), aseguran tener poco o ninguno (Gráfico 10), todos ellos mujeres y hombres mayores de 41 años. Esta pregunta debe servir como orientación debido a que es totalmente subjetiva. A pesar de ello, no resultaría un problema grave el poco manejo de la tecnología ya que por este motivo se ha desarrollado una aplicación con una interfaz fácil e intuitiva.

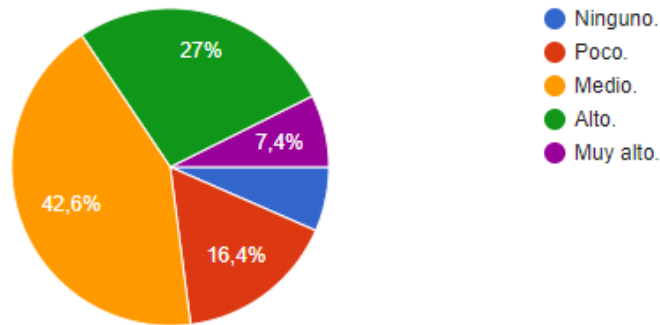


Gráfico 10. Nivel de familiarización con la tecnología de los encuestados.
Fuente: elaboración propia.

Para finalizar, del mismo modo que en la pregunta anterior, se ha realizado un sondeo para comprobar aquellos que podrían ser usuarios del servicio, preguntando al individuo si dispone de Smartphone propio y, a su vez, de una conexión activa a internet en él, ya sea por Wifi o datos móviles.

Los resultados reflejan que un 98,4% (120) disponen de Smartphone propio frente a un 1,6% (2) que no lo hacen; y que un 96,7% (118) disponen de conexión activa a internet en él frente a un 3,3% (4) que no. De esta forma, se comprueba que no habría limitaciones de recursos para la utilización del producto desde el propio domicilio ya que la mayoría de ellos poseen tanto Smartphone como conexión a internet.

La elaboración y estudio de esta encuesta ha servido para corroborar la opinión y experiencia de las personas en relación con la atención sanitaria en España. Con todo esto, se procede a realizar una propuesta de valor con el objetivo de dar solución a la problemática encontrada.



Capítulo 4. Propuesta de valor

A través de la revisión bibliográfica realizada y de la búsqueda de diversas estadísticas, se han detectado una serie de carencias o problemas que la aplicación tratará de resolver. El servicio se centra en la realización y seguimiento de ejercicios de fisioterapia a distancia, para afecciones diagnosticadas en miembros inferiores y cabeza o cuello.

En primer lugar, la distancia entre el paciente y el centro de rehabilitación es un hándicap que la tecnología permite eliminar, ya sea por la separación física o por la imposibilidad, debido a su patología, de desplazarse. Con sistemas de realidad virtual o de realidad aumentada, esta distancia puede desaparecer permitiendo a los profesionales médicos monitorizar y rastrear las actividades realizadas por sus pacientes.

Por otra parte, la gran cantidad de gente que presenta discapacidad y ha debido de interrumpir su tratamiento o, directamente, no ha podido acceder a él, motiva la búsqueda de soluciones inminentes.

Por ello, el servicio que ofrece la aplicación explicada en este trabajo ofrece una posible solución a estos problemas. Las funcionalidades que aporta tanto al paciente, permitiéndole realizar tratamientos a distancia, como al profesional de rehabilitación, facilitándole un flujo de datos y monitorización, dan valor a esta aplicación.

Además, posibilita la confección de un calendario donde el fisioterapeuta puede gestionar las distintas sesiones del paciente. A su vez, el paciente recibirá notificaciones en su Smartphone cuando se realicen modificaciones.

Como valor añadido, se muestran tutoriales de los ejercicios a realizar pudiendo ser confeccionados por el propio profesional. En ellos, se explican los pasos a seguir para la consecución de los ejercicios, así como sus condiciones. Una vez el paciente realice su ejercicio, el fisioterapeuta recibirá un informe con los datos que desee como pueden ser, velocidades, ángulos o desplazamientos, entre otros.

Dado que uno de los objetivos de esta aplicación es eliminar la barrera de la distancia, se dispone de un chat donde el paciente y el fisioterapeuta pueden intercambiar mensajes y comentarios para la resolución de dudas y otros comentarios.

Con esta propuesta de valor de la aplicación, se pretende diferenciar de lo ofrecido por sus competidores, buscando la personalización y adaptación a las necesidades de cada paciente a pesar de la distancia.

En una primera fase del producto, se limita el lanzamiento al territorio valenciano, abarcando las tres provincias de la Comunidad Valenciana. En función de su desarrollo y evolución, se podrá estudiar la opción de expansión a otras comunidades del territorio español.

Capítulo 5. Fundamentos de la aplicación

Tal y como se ha comentado en la sección 2.4 donde se exponen algunos conceptos relacionados con la realidad aumentada, ArUco es una librería de OpenCV sencilla para aplicaciones de dicha tecnología (Garrido-Jurado et al., 2016) (Romero-Ramirez et al., 2018). Fue desarrollada por el grupo de investigación AVA (Aplicaciones de la Visión Artificial) de la Universidad de Córdoba, España.

Está compuesta por 1024 tipos de marcadores, cada uno de ellos con un identificador distinto. Son marcadores cuadrados compuestos por un borde negro ancho con una matriz binaria interna. El borde negro permite una rápida detección de la imagen y la codificación binaria permite la identificación de marcadores, la aplicación de técnicas de detección y corrección de errores (Bacik et al., 2017).

El proceso de detección de un marcador se realiza en dos etapas: la detección de candidatos a marcadores y el análisis de codificación (Bacik et al., 2017).

En el primer proceso, se lleva a cabo una extracción de contornos y un filtrado, junto con el umbral adaptativo, para detectar formas cuadradas. En la segunda etapa, se analiza la codificación interna, mediante la cual se determina si el marcador pertenece a un tipo de etiquetas específico (Ilustración 5). La posición de las cuatro esquinas del marcador en la imagen y el tamaño real del marcador son suficientes para que el sistema pueda estimar su posición completa en escala absoluta (Bacik et al., 2017).

Una vez visto el funcionamiento y la composición de la librería ArUco, se presenta su inclusión en el servicio descrito en este trabajo. Gracias a la detección de estos marcadores a través de la cámara del Smartphone, se pueden obtener registros como velocidades, ángulos o posiciones. Para ello, en vez de colocar un marcador, dependiendo del segmento corporal del que se trate, se colocarán dos o tres marcadores juntos. Con esta disposición se evitan las complicaciones existentes con un único marcador, pues si hay problemas de iluminación, oclusiones o movimientos muy rápidos, la detección de los marcadores falla. De esta forma, es más difícil que se pierdan todos a la vez, aumentando la probabilidad de éxito en la detección. Adicionalmente, usando mayor número de marcadores, se tiene más información en el tratamiento de la imagen, mejorando así la precisión.

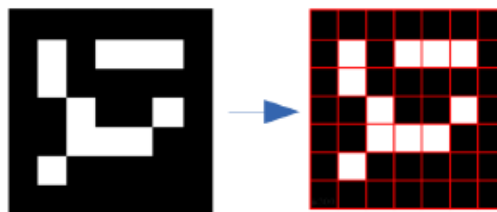


Ilustración 5. Ejemplo de marcador de la librería ArUco y su codificación.

5.1 Aspectos a tener en cuenta para un correcto funcionamiento

Tras el desarrollo técnico del proceso de captación de marcadores, se han detectado una serie de pautas necesarias a tener en cuenta para un óptimo funcionamiento del producto.

En primer lugar, es necesario disponer de un Smartphone con una resolución de la cámara aceptable. Se considera que la cámara es adecuada cuando cuente con una resolución modo vídeo HD720p o, lo que es lo mismo, 1280x720. Sin embargo, es posible llevar a cabo la detección de los marcadores a menor resolución. Si es el caso, será necesario ajustar los parámetros internos de la aplicación para indicar la nueva resolución y así poder adaptarla. En cualquier caso, se debe tener en cuenta que a mayor resolución de vídeo mayor será la precisión del sistema y menor el error.

En segundo lugar, es también importante disponer de un sistema de fijación de los marcadores al segmento corporal correspondiente. Esto es necesario para evitar el movimiento de los marcadores que no se corresponda con el ejercicio realizado, es decir, evitar cambios de posición de estos debido a una incorrecta sujeción o caída. De la misma forma, estos sistemas de fijación pretenden evitar el movimiento de las partes blandas del cuerpo, ya que estas son propensas al desplazamiento ante cualquier estímulo, provocando movimientos no deseados que no se corresponden con el ejercicio.

Por último, es necesario tener en consideración la distancia existente entre los marcadores y la cámara del Smartphone. Este hecho está relacionado también con la precisión y el error del sistema. Por ello, se recomienda realizar el ejercicio con la mayor proximidad a la cámara posible, siempre y cuando no sea un inconveniente para su detección o se produzca oclusión de los marcadores durante la realización del mismo.



Capítulo 6. Plan de marketing

Si bien el objetivo de este trabajo no es el lanzamiento y creación real de una nueva empresa, se ha decidido desarrollar un plan de marketing como mejor opción para presentar la idea de negocio. De esta forma, los posibles compradores interesados podrían analizar al detalle todos los aspectos del desarrollo del producto y su comercialización.

El plan de marketing se compone de cinco fases principales, a partir de las cuales se pretende analizar la situación de partida, seguida de la fijación de los objetivos comerciales y la estrategia comercial elaborando con ello un programa comercial. Para finalizar, se detalla un control del plan de marketing.

6.1 Análisis de la situación inicial

Previamente al desarrollo de la aplicación, se debe analizar el mercado y la situación actual, tanto a nivel interno como externo a la empresa, así como debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que se pueden encontrar.

6.1.1 Análisis del macroentorno

Actualmente, España se encuentra en un proceso de recuperación económica después de la salida de la crisis, junto con una tendencia positiva en la creación de empleo. Desde el año 2016 y hasta el primer trimestre del año 2019, la tasa de paro en España ha bajado de un 21% hasta un 14,7%. Más concretamente, en la Comunidad Valenciana, la disminución de esta cifra es ligeramente mayor, pasando de un 21,84% a principios del año 2016 a un 14,11% en el primer trimestre de 2019⁵. Esta evolución se puede observar de forma gráfica en el Gráfico 11.

⁵ Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

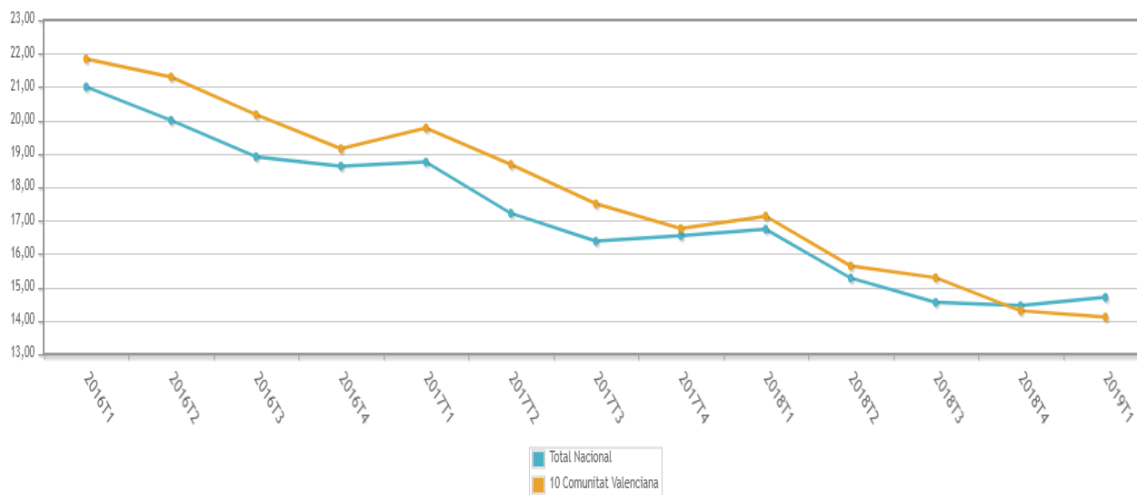


Gráfico 11. Evolución de la tasa de paro nacional (azul) y de la Comunidad Valenciana (naranja).
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

El PIB per cápita viene aumentando desde el año 2014 hasta el 2018, con una tasa de variación interanual media en este periodo de 3,36%. En cuanto a la Comunidad Valenciana, los datos son prácticamente idénticos, contando con una tasa de variación interanual media en este periodo de 3,32%⁶. Estos datos podrían incentivar el consumo de los habitantes.

Otro factor de interés en relación con el trabajo es el tecnológico, dada la avanzada tecnología que presenta el servicio. En el capítulo de estadísticas, se han presentado datos realmente interesantes sobre la evolución de la tecnología en nuestro país y del uso de internet en los hogares. Sin embargo, relativo a la Comunidad Valenciana, el porcentaje de viviendas que disponen de acceso a internet ha pasado de un 52,8% en 2010 a un 86,8% en el año 2018, un aumento considerado que favorece, sin ninguna duda, el alcance del servicio desarrollado. Por otra parte, cada año se lanzan miles de nuevas aplicaciones (casi un millón de nuevas aplicaciones en Google Play Store, según datos de Google⁷; y medio millón entre 2016 y 2017 en la App Store de iPhone).

En cuanto a la demografía actual en España, ya no existe una pirámide poblacional, sino que se está invirtiendo la tendencia. Se puede apreciar en la Ilustración 6 que cada vez, el número de gente joven es menor en comparación con la gente mayor de 40 años. Esto es debido a que las generaciones del *baby boom* se encuentran actualmente en un intervalo aproximado de entre los 40 y los 55 años. El número de habitantes, tanto en todo el territorio español como en la Comunidad Valenciana, se viene manteniendo constante los últimos años.

⁶ Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

⁷ Datos de Statista.

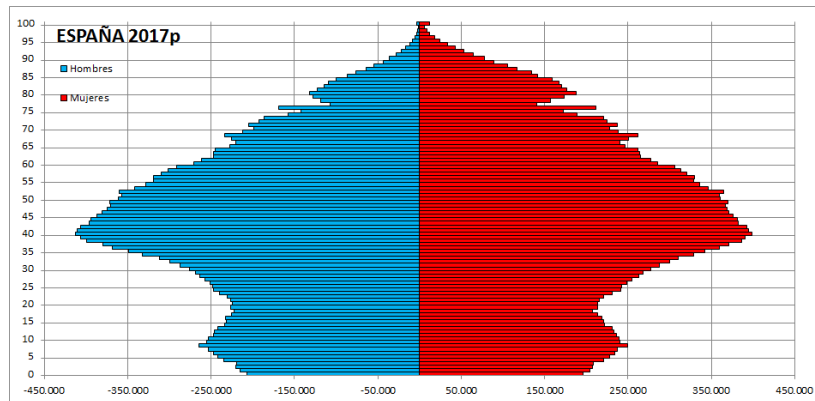


Ilustración 6. Distribución demográfica en España (2017).

Finalmente, uno de los campos con mayor impacto es el sociocultural, ya que gran parte de la población ha cambiado su comportamiento hacia una mayor utilización de los Smartphones y, con ello, de las aplicaciones. En el año 2018 se cumplieron diez años desde que salió al mercado la primera aplicación móvil y desde entonces se ha producido un aumento en su uso para las tareas diarias hasta suponer más del 80% del tiempo que dedicamos al uso del móvil en el mundo (Ditrendia, 2018).

En el año 2017 se descargaron 178.1 miles de millones de *apps* y se espera que para el año 2022 la cifra haya alcanzado 258.1 miles de millones de descargas. En España, el número de personas que utilizan aplicaciones móviles de forma activa asciende a 22 millones de usuarios. El aspecto más valorado en nuestro país en una aplicación es que cubra una necesidad (72%), resultando un 79% aquellos que solo mantienen las aplicaciones que realmente necesitan (Ditrendia, 2018).

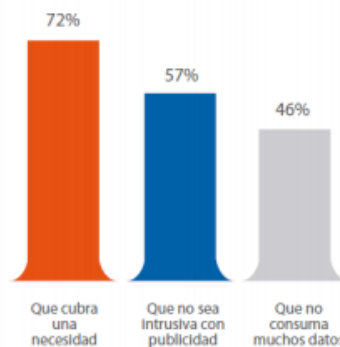


Gráfico 12. Aspectos valorados en una aplicación (Ditrendia, 2018).

6.1.2 *Análisis del microentorno*

El análisis del microentorno consiste en el estudio de los campos de proveedores, competidores, clientes, intermediarios y otros grupos de interés.

6.1.2.1 Proveedores

Los proveedores necesarios para el desarrollo del servicio son, principalmente, empresas de *cloud hosting* que puedan proporcionar un servidor fiable y rápido. En este sentido, existe una amplia oferta de modo que no habría problema para disponer de un servidor adecuado. Para el proyecto, se utilizará un servidor específico para aplicaciones corporativas y, en base a esta idea, se realiza una comparación de precios.

- Servidor One Cloud L de Acens (de Telefónica): 4 GPU's Intel Xeon v4, 8 GB de RAM y 160 GB de disco duro SSD. Precio: 59,90 €/mes.
- Servidor Cloud XXL de 1&1: 4 GPU's Intel Xeon v4, 8 GB de RAM y 160 GB de disco duro SSD. Precio: 49,99 €/mes.
- Servidor One Cloud L de Hostalia: 4 GPU's Intel Xeon v4, 8 GB de RAM y 160 GB de disco duro SSD. Precio: 59,90 €/mes.
- Servidor Cloud Next 4 de Arsys: 4 GPU's Intel Xeon v4, 8 GB de RAM y 100 GB de disco duro SSD. Precio: 80,00 €/mes.

Menos recursos de los indicados serían insuficientes y más recursos serían innecesarios (por lo menos en una primera fase de la aplicación).

Todo lo necesario en cuanto al montaje de los accesorios (marcadores y sistemas de fijación), sería adquirido en puntos de venta directa cercanos. Los materiales necesarios serían cartón pluma e impresión de los marcadores, casco/diadema y correas con velcro e imanes.

6.1.2.2 Competidores

Por competidores se entienden aquellos productos o servicios que satisfacen las mismas necesidades que las que el producto pretende cubrir. Después de una completa búsqueda, se han descrito aquellas aplicaciones más relevantes con funciones similares o que podrían suponer una competencia directa.

TOyRA

TOyRA (Terapia Objetiva y Rehabilitación Audiovisual) es un producto de rehabilitación del miembro superior a través del uso de un sistema de realidad virtual en tiempo real desarrollado por la empresa Indra (Ilustración 7). Proporciona también una plataforma de gestión terapéutica que permite registrar la evolución del paciente de forma individual y la realización de estudios clínicos. Ofrece, además, *feed-back* en tiempo real para el paciente y el profesional médico. Este proyecto se llevó a cabo con el Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo Rafael del Pino (Indra, 2014).

Este sistema fue creado específicamente para personas con lesión medular con afectación de la movilidad de los miembros superiores.



Ilustración 7. Sistema de rehabilitación TOyRA desarrollado por Indra. En la imagen se pueden observar los sensores colocados sobre la paciente, así como la pantalla donde se visualiza el movimiento a realizar.

TRAM

TRAM (Telerehabilitación Audiovisual Motora) es un proyecto que tiene como objetivo el desarrollo de una solución que gestione la rehabilitación de pacientes con cualquier tipo de disfunción motora y que lleve a cabo un seguimiento de su evolución, ya sea en el centro sanitario o en el entorno domiciliario. Está integrado dentro del proyecto TOyRA, al ampliar sus capacidades trabajando también con miembros inferiores (Ilustración 8).

Presenta herramientas de presentación de datos y explotación de la información que facilitan a los profesionales la personalización de los tratamientos. El sistema se basa en la captura de movimiento a través de Tech-MCS de Technaid o a través del dispositivo Kinect de Microsoft.

La propia empresa reconoce también que una de las principales ventajas es la motivación al paciente para que no deje la rehabilitación y continúe con ella, proponiendo los ejercicios a modo de juegos (Indra, 2016).



Ilustración 8. Sistema de rehabilitación TRAM desarrollado por Indra. En la imagen se pueden observar los sensores colocados sobre la paciente, así como la pantalla donde se visualiza el movimiento a realizar.

JINTRONIX

Jintronix Inc. ha desarrollado un sistema de rehabilitación de realidad virtual que consiste en la conexión entre un ordenador y la cámara Kinect de Microsoft (Ilustración 9) para realizar el seguimiento de la parte superior del cuerpo. Este sistema promueve el movimiento de los miembros inferiores como alcanzar, transportar y liberar objetos virtuales, mover el brazo a través de una trayectoria preestablecida utilizando un entorno de juego virtual. Este sistema puede ser utilizado en el hogar en la clínica y también como sistema de telerehabilitación (Norouzi-Gheidari et al., 2013).



Ilustración 9. Funcionamiento del sistema desarrollado por Jintronix. La cámara detecta el movimiento realizado en los miembros superiores.

HABILIS

El sistema Habilis fue desarrollado gracias a una subvención de la Unión Europea (UE) para el proyecto CLEAR, “*Clinical Leading Environment for the Assessment and Validation of Rehabilitation Protocols for Home Care*”. El objetivo fue prestar servicios de telerehabilitación sin necesidad de salir de su entorno domiciliario y bajo supervisión a través de una plataforma web. Habilis se probó en cuatro países miembros de la UE (España, Italia, Países Bajos y Polonia) con intervenciones y protocolos clínicos para pacientes con enfermedades neurológicas, ortopédicas, pulmonares o dolor crónico.

La plataforma, ayudará al terapeuta a planificar los procedimientos de rehabilitación que tiene que realizar el paciente en su domicilio, una vez que haya ejecutado algunos de prueba en el centro. Para ello, será necesario la monitorización del paciente, permitiendo una comunicación mediante videoconferencia con el profesional. Este proyecto fue realizado en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid (Benvenuti et al., 2014).

KIRES

El sistema de rehabilitación KiReS, ha sido diseñado por David Antón (investigador de la UPV/EHU) que combina la tecnología Kinect para la captura del movimiento, una interfaz interactiva que guía a los pacientes en base al análisis de ejercicios en tiempo real, una comunicación que transmite los datos entre el paciente y el fisioterapeuta (Ilustración 10).

El fisioterapeuta puede planificar y personalizar, al igual que modificar, los tratamientos asignados a sus pacientes (Anton et al., 2013).

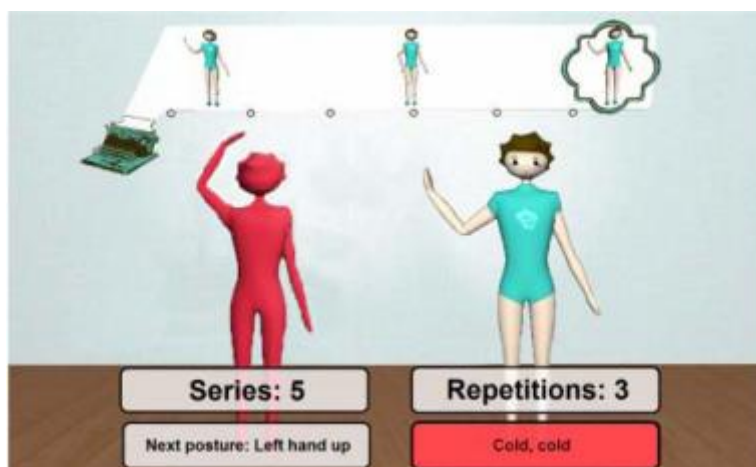


Ilustración 10. Interfaz del sistema de rehabilitación KiReS.

BIOTRAK

BioTrak (Ilustración 11) es un sistema orientado a la rehabilitación del equilibrio de pacientes con daño cerebral. Utiliza también tecnología de realidad virtual y está compuesto por tres módulos específicamente diseñados para la rehabilitación motora, cognitiva y psicosocial de pacientes con lesiones neurológicas diversas. En el módulo de rehabilitación motora del

equilibrio, BioTrak ofrece dos enfoques distintos, incluyendo en uno de ellos transferencia de pesos sobre una plataforma de presiones (Lloréns et al., 2011).

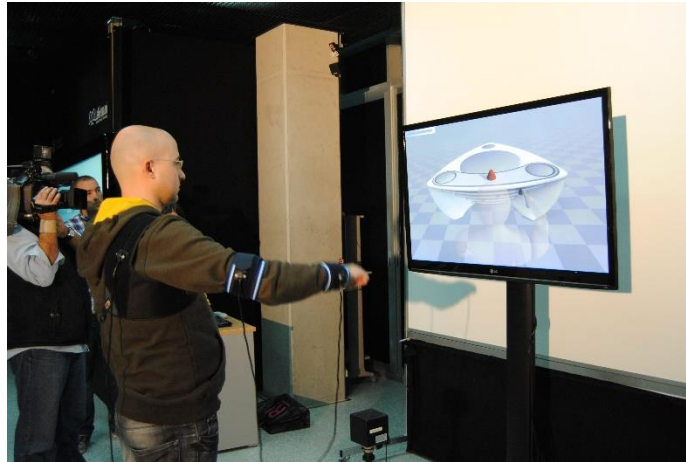


Ilustración 11. Composición del sistema BioTrak, con los sensores colocados en los segmentos corporales del sujeto.

En la Tabla 1, se realiza una comparativa a modo resumen de las características de los distintos competidores, junto con las funciones que tiene el servicio propuesto.

COMPETIDORES	TOyRA	TRAM	JINTRONIX	HABILIS	KiRes	BioTrak	ReDisAR
Personalización tratamiento	○	○	○	○	○	○	○
Miembros superiores	○	○	○	—	○	✗	○
Miembros inferiores	✗	○	✗	—	○	✗	○
Disponible en el domicilio	○	○	○	○	○	✗	○
Disponible en el centro	○	○	○	○	○	○	○
Bajo coste	✗	✗	✗	○	✗	✗	○
Cámara Kinect	○	○	○	✗	○	○	✗
Informes inmediatos con los resultados	○	○	○	✗	○	○	○
Sensores	○	○	✗	—	✗	○	○
App Smartphones	✗	✗	✗	✗	✗	✗	○

Tabla 1. Comparativa de las funciones de las que dispone cada uno de los competidores.
Fuente: elaboración propia.

6.1.2.3 Intermediarios

Los únicos intermediarios que habrá serán los portales de descarga de cada sistema operativo, es decir, Google Play (Android) y App Store (Apple). El proceso de publicación de la aplicación es sencillo, ya que el único requisito es poseer una cuenta de desarrollador en cada plataforma. En la plataforma de Google (Android), se piden los datos personales y un pago de 25 dólares (Google Play Store, 2019) para poder publicar como desarrollador. En la plataforma de Apple (iOS), el proceso es similar, pero tiene un coste mayor (99 dólares) (Apple Developer, 2019).

6.1.2.4 Clientes

En esta sección es importante realizar dos distinciones. Por una parte, cuando se habla de los clientes del servicio ofrecido, se hace referencia a las propias clínicas y fisioterapeutas y, por otra, cuando se habla de usuario final, se refiere a los pacientes de estos que serán los que la utilicen en sus propios hogares. Al fin y al cabo, ambos grupos harán uso del producto, aunque con condiciones y funcionalidades distintas.

La aplicación junto con el conjunto de accesorios, se venden como una alternativa a los ejercicios de rehabilitación corrientes. Es un medio por el cual los fisioterapeutas de las clínicas pueden ofrecer a sus clientes un enfoque diferente de la rehabilitación, dándoles mayor libertad y autonomía y la posibilidad de escapar de los ejercicios cotidianos. A su vez, evitan la masificación en sus centros y tienen la oportunidad de dar una atención de mayor calidad a su paciente.

Como se ha comentado anteriormente, el lanzamiento, al menos en una primera fase, se limita a la Comunidad Valenciana. Con ello, se pueden considerar como clientes potenciales a los 229 centros (incluidos públicos y privados) que ofrecen actividades de rehabilitación, según el Registro Autonómico de Centros, Servicios y Establecimientos Sanitarios (Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública, 2019). Así mismo, según datos oficiales del INE, en España hay un total de 54.258 fisioterapeutas de los cuales 53.693 son colegiados no jubilados mientras que, en la Comunidad Valenciana, son 5.176 de los cuales 5.172 son colegiados no jubilados. Estos profesionales se identifican también como clientes potenciales.

Por otra parte, integrar el uso del servicio ofrecido en una clínica no tiene grandes consecuencias económicas dado que, como se explicará en el epígrafe 6.4.2, al pagar por el uso de una licencia por paciente y año, la inversión en ella es fácilmente recuperable sin gran repercusión sobre este. Este hecho puede resultar interesante en cuanto a la atracción de los clientes de la competencia. Además, que estos clientes estén trabajando con esta tecnología, puede ser un aspecto positivo ya que estarán generalmente familiarizados con ella, lo que facilita su uso y comprensión.

6.1.3 Análisis DAFO

El análisis DAFO permite la identificación de oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades. Dentro del gráfico, se ordenan por orden de importancia (de mayor a menor).



Gráfico 13. Matriz DAFO. Fuente: elaboración propia.

De forma más detallada:

DEBILIDADES:

- Es necesario disponer de una conexión activa a internet para poder utilizar funcionalidades de la aplicación como el envío del informe al fisioterapeuta posterior a un ejercicio.
- Existe una dependencia clara del servidor contratado ya que, en caso de que este falle, no será posible dar un servicio adecuado.
- Para un correcto uso de la aplicación, el profesional debe instruir a su paciente, familiarizándolo con todas las funcionalidades y solucionando todas las dudas que le puedan surgir.
- El posible desconocimiento por parte del paciente de la correcta colocación de los marcadores, puede provocar que los resultados obtenidos no sean válidos o sean poco fiables.



AMENAZAS:

- Posibles aplicaciones que puedan solapar funciones de la aplicación, arrastrando hacia ellas cuota de mercado.
- Es necesario y a la vez complicado mantenerse actualizado en un sector que cambia y evoluciona constantemente.
- La disminución de la población más joven, aquellos menores de 40 años, puede ser una gran amenaza para el servicio dado que son aquellos que están más familiarizados con las nuevas tecnologías y, a su vez, más dispuestos a integrarlas en sus vidas.

FORTALEZAS:

- Se utiliza tecnología avanzada, pero se presenta una aplicación fácil de usar e intuitiva de forma que pueda ser utilizada por la mayor parte de público posible.
- Atención personalizada a cada paciente gracias al chat disponible dentro de la *app* y elevada adaptabilidad de los ejercicios.
- Precios competitivos en cuanto a las clínicas se refiere debido a la comercialización al uso sin que esto repercuta de gran forma en los pacientes.

OPORTUNIDADES:

- Se debe tener en cuenta la rápida evolución tecnológica referente tanto a los Smartphones como a la realidad aumentada. Una rápida adaptación de la aplicación a las nuevas tecnologías (dispositivos más rápidos, sistemas operativos más sofisticados, etc.) puede incrementar el número de usuarios activos.
- Hay que tener en cuenta que cada vez, las personas no tan jóvenes disponen de un Smartphone. Por ello, la aplicación es intuitiva y fácil de utilizar, de manera que cualquier persona, tenga la edad que tenga, sea capaz de usarla eficazmente.
- Adaptación al factor sociocultural propio del macroentorno, debido al incremento de usuarios de Smartphones y de las nuevas tecnologías.
- A medida que se desarrolle la aplicación, es posible añadir mayor cantidad de ejercicios para distintos segmentos corporales en función de las necesidades de las clínicas.

6.1.4 Matriz CAME

A continuación, se muestra el cuadro resumen donde se indica cómo corregir, afrontar, mantener y explotar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades expuestas en el epígrafe anterior.



Gráfico 14. Matriz CAME. Fuente: elaboración propia.

CORREGIR:

- La solución a la ausencia de internet en casa, pasa por conectarse a un *hotspot* de la localidad para poder enviar los informes a la clínica. Esto puede ser una desventaja, pero, para los pacientes que vivan en zonas donde no hay clínicas establecidas, sigue siendo una ventaja. Además, gracias a la iniciativa WiFi4EU⁸ (Wifi gratis para los europeos), es más viable encontrar Wifi en estas zonas.
- La mala colocación de los marcadores o el desconocimiento del uso de la aplicación se pueden corregir, en parte, con los tutoriales facilitados por la clínica dentro mismo de la aplicación. Si existiera algún problema, el fisioterapeuta debería instruir previamente al paciente.

AFRONTAR:

- Informarse sobre las nuevas aplicaciones que se lancen al mercado y estar dispuestos a mejorar y adaptar las funcionalidades respecto a la competencia.

⁸ La iniciativa WiFi4EU promueve el libre acceso de los ciudadanos a la conectividad wifi en espacios públicos como parques, plazas, edificios oficiales, bibliotecas, centros de salud y museos de municipios de toda Europa.



MANTENER:

- A pesar de la compleja tecnología, mantener la simplicidad de la aplicación y una interfaz intuitiva para no limitar el uso al público.
- Continuar con la atención personalizada, ya que es un factor clave dentro de la aplicación.
- Aun incluyendo mejoras y nuevas funcionalidades, se debe tratar de mantener un precio similar de forma que siga siendo asequible y competitivo.

EXPLOTAR:

- Aprovechar el rápido cambio y evolución del sector tecnológico para mejorar la aplicación y diferenciarse de la competencia.
- Aplicación intuitiva, cómoda y fácil de usar.
- Conocer las necesidades de las clínicas y de los pacientes para añadir funcionalidades únicas, así como nuevos ejercicios.

6.2 Objetivos comerciales

Los objetivos comerciales implantados se fundamentan en tres pilares: número de clientes, número de licencias emitidas y satisfacción tanto de los clientes como de los usuarios de la aplicación. El establecimiento de ellos estará marcado por la recuperación de la inversión en el primer año de vida de la aplicación.

Tal y como se ha expuesto en la sección 6.1.2.4, el público objetivo son los 229 centros de la Comunidad Valenciana que ofrecen actividades de rehabilitación (tanto públicos como privados) junto con los 5.172 fisioterapeutas colegiados no jubilados registrados también en territorio valenciano. Dado que no existen *apps* con servicios similares en el mercado, no se puede realizar una estimación del número de clientes o descargas que podría tener la *app*. Por ello, se ha decidido establecer como objetivo conseguir un 2% de los clientes potenciales durante el primer año de vida de la aplicación. Esto supone alcanzar alrededor de 50 clientes, teniendo en cuenta tanto fisioterapeutas que trabajan por cuenta propia como centros de rehabilitación especializados. Se ha escogido este valor dado que la actividad comercial durante el primer año debe ser intensa para dar a conocer el servicio y, además, considerando que la cifra total de clientes potenciales (5.400) no es objetiva, ya que parte de ellos trabajarán juntos en diversas clínicas u hospitales.

En cuanto al número de licencias emitidas para pacientes, hay que tener en cuenta diversos aspectos.

En primer lugar, que los servicios ofrecidos por la aplicación, en una versión inicial, incluyen la rehabilitación de lesiones en el cuello y articulaciones inferiores, de modo que se considera que un 20% de los pacientes atendidos sufren un tipo de lesión que puede ser cubierto por ReDisAR.

Además, no todas aquellas personas con este tipo de patologías son aptas para el uso de la aplicación, ya sea por motivos de dificultad del manejo de las tecnologías o por no disponer de un Smartphone, entre otros motivos.

Por otro lado, se toma como estimación la estadística del año 2008⁹ en la que 282.600 personas con algún tipo de discapacidad recibieron servicios sanitarios¹⁰.

Así, con todas estas consideraciones, se establece un objetivo de 10.000 licencias durante el primer año de vida de la aplicación. Esto supone que, por cada uno de los 50 clientes marcados como objetivo, 200 personas del total de pacientes que registren en un año hagan uso de la aplicación.

Por último, la satisfacción del cliente será medida por diversas vías. Por una parte, se entregarán encuestas a los profesionales en las cuales se recogerán datos acerca de facilidad de uso, posibilidad de adición de ejercicios, grado de satisfacción en los informes obtenidos, entre otros.

Por otra parte, se incluye una pantalla de “Valorar” para el paciente, donde puede indicar sus sensaciones durante el uso de la aplicación, así como realizar propuestas de mejora. Por último,

⁹ Datos del INE. Cifras más actualizadas de este campo.

¹⁰ En la estimación se tiene en cuenta que este hecho no representa fielmente la realidad después de once años.

y aprovechando la valoración de las plataformas de Google Play (Android) y la App Store (Apple), se pretende alcanzar, como mínimo, 3,5/5 estrellas.

6.3 Estrategia comercial

En esta sección se presentan las distintas estrategias comerciales a seguir que permiten lograr los objetivos comerciales desde la situación inicial, es decir, la estrategia comercial. La selección de la estrategia está estrechamente relacionada con lo ya comentado en el análisis de la situación y de los objetivos comerciales, por lo que esta sección se presenta como resumen de los puntos fuertes descritos en estos capítulos.

En primer lugar, es necesario tener en cuenta la estrategia producto-mercado que, en este caso, se centra en el desarrollo de un producto nuevo en un mercado ya existente. En este sentido, se pretende crear un servicio que aporte características innovadoras y aumente el número de funciones en comparación con la competencia dotándole así de cierto grado de diferenciación.

		PRODUCTOS	
		ACTUALES	NUEVOS
MERCADOS	ACTUALES	Penetración	Desarrollo de producto
	NUEVOS	Desarrollo de mercados	Diversificación

Tabla 2. Tipos de estrategias producto-mercado, seleccionada aquella adoptada en el servicio expuesto.
Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se pretende adoptar una estrategia de liderazgo basada, principalmente, en costes bajos y carácter único, ventajas competitivas del producto. Esta estrategia de penetración, tiene el objetivo de atraer a posibles clientes en una fase inicial ofreciendo precios más bajos y sin descuidar el valor y la calidad del servicio. Este enfoque facilita la entrada al mercado y, a medida que se vayan consiguiendo clientes, cabe la posibilidad de subir los precios progresivamente. Sin embargo, se deben analizar bien estas operaciones para no perder volumen de clientes.

6.4 Programa comercial

6.4.1 *Producto*

ReDisAR se ha diseñado como un equipo dirigido al sector sanitario, más concretamente, al área de rehabilitación. Se compone de una aplicación para Smartphone y distintos accesorios: marcadores de realidad aumentada y soportes de fijación para unirlos a los distintos segmentos corporales. El producto tiene tres cualidades que se detallan a continuación.

El producto esencial o fundamental, está formado por las ventajas que ofrece, en este caso el equipo, al usuario. Las principales ventajas son facilitar el acceso a los ejercicios de rehabilitación de aquellos que tienen algún tipo de dificultad para hacerlo, evitando a su vez la masificación de gente en las clínicas de rehabilitación (sobre todo en la sanidad pública) y reduciendo los costes de los centros privados, así como tener una atención más personalizada y permitir la comunicación profesional-paciente fuera de la clínica. Además, la monitorización y el seguimiento de los ejercicios por parte del profesional pueden ofrecer una visión más objetiva de la evolución del paciente.

El producto formal está compuesto por la aplicación junto con el conjunto de marcadores en sí, desde la cual se tiene acceso a todas sus funcionalidades. Por último, el producto ampliado abarca todo el mantenimiento de la aplicación.

6.4.1.1 Funcionalidades de la aplicación

La interfaz pretende ser lo más sencilla e intuitiva posible, ya que será utilizada por usuarios de cualquier edad y condición. Su funcionamiento permite distinguir entre dos tipos de usuarios. Por una parte, el profesional tiene la opción de agregar sesiones al perfil de su paciente, indicando los ejercicios a realizar, número de repeticiones o incluso detalles más técnicos como, por ejemplo, el grado de movimiento de flexo-extensión del cuello que se debe alcanzar durante el ejercicio. Además, para facilitar la ejecución del paciente, el profesional puede poner a su disposición tutoriales que expliquen y muestren al paciente como llevar a cabo un ejercicio.

Por otra parte, el paciente tiene la posibilidad de llevar un control detallado de las sesiones realizadas y aquellas que tiene pendientes, recibiendo notificaciones en su Smartphone cuando sea oportuno. Antes de la realización de cada sesión, tiene a su disposición tutoriales que le permite conocer en detalle el ejercicio a realizar y la forma de ejecución. Dispone también de un servicio de chat, donde el profesional asignado le podrá resolver cualquier duda que se le plantee.

Para el correcto funcionamiento, el profesional será el encargado de facilitar los datos de acceso (usuario y contraseña) a sus pacientes. Una vez el paciente disponga de sus datos personales, podrá acceder a la aplicación. Al abrirla, la primera pantalla que se muestra al usuario es la de inicio de sesión (Ilustración 12.A). Para ello, será imprescindible ingresar con los datos obtenidos en la clínica. Ya ingresado, aparecerá la pantalla “Mi Cuenta”, donde se expone un menú con acceso a todas las funcionalidades de la *app* (Ilustración 12.B) con letra grande y botones coloreados. Se presenta también la pantalla con los servicios disponibles al desplegar el menú (Ilustración 12.C).

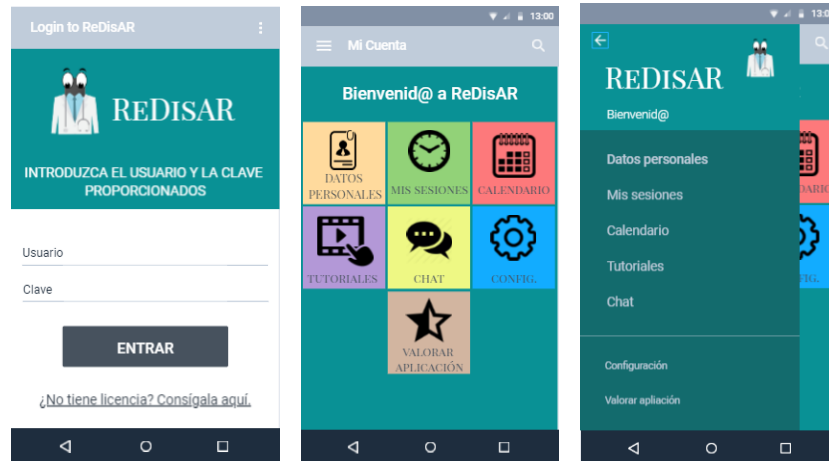


Ilustración 12. Pantalla de *Log In* (A); pantalla de Menú para el paciente (B); pantalla menú desplegable (C).

En las siguientes imágenes, se muestran las tres pantallas correspondientes a “Datos Personales”, “Mis sesiones” y “Calendario”.

En la primera de ellas (Ilustración 13.A), el usuario puede ver el nombre y la localización de su clínica, así como el nombre del doctor/a que tiene asignado. Además, con un simple vistazo puede ver su progreso en el tratamiento, indicándole cuantas sesiones ha superado, cuantas le quedan para la finalización y la fecha de la siguiente. En la pantalla de “Mis sesiones” (Ilustración 13.B), puede ver toda esta información de forma más detallada, teniendo las sesiones organizadas según la fecha y marcadas aquellas que ya se han realizado. Con la ayuda del *scrollbar* puede navegar hacia arriba o hacia abajo por todas ellas. Adicionalmente, bajo de cada una de las sesiones dispone de dos botones, “Iniciar sesión”, desde el cual se realizará la captura de los ejercicios y “Ver Tutorial” donde, antes de empezar, podrá ver los pasos que debe seguir y las indicaciones de su fisioterapeuta para la correcta ejecución. En la pantalla “Calendario” (Ilustración 13.C), se muestra también la distribución de las distintas sesiones en formato mensual.

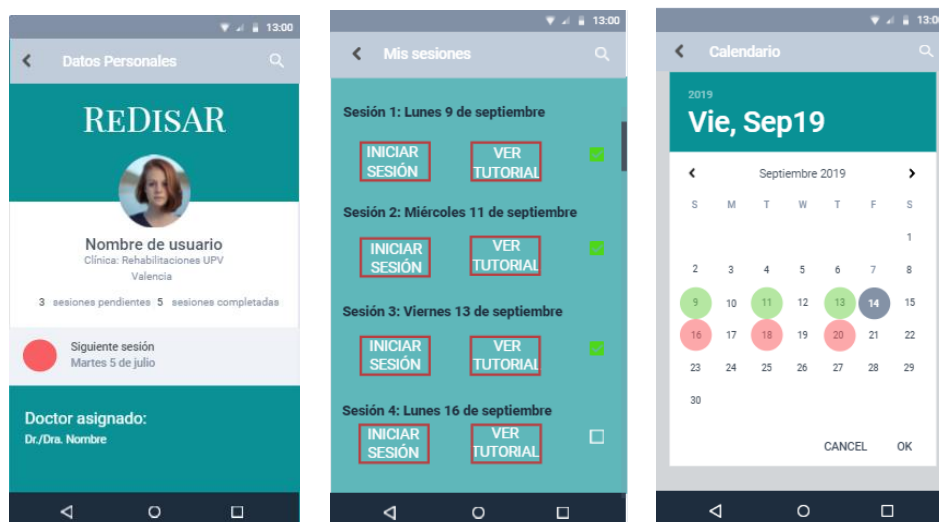


Ilustración 13. Pantalla de Datos Personales (A); pantalla de Mis sesiones (B); pantalla de Calendario (C).

La grabación de la sesión se lleva a cabo a través de la cámara interna del Smartphone. En la pantalla, el sujeto podrá observar distintas indicaciones acerca del ejercicio y dispondrá de marcas establecidas por su terapeuta que deberá alcanzar para una óptima ejecución (Ilustración 14).



Ilustración 14. Pantalla de la cámara con la detección de los marcadores.

Al término de cada sesión, se informará al paciente de su finalización y del envío de resultados al fisioterapeuta a través de estas pantallas (Ilustración 15).

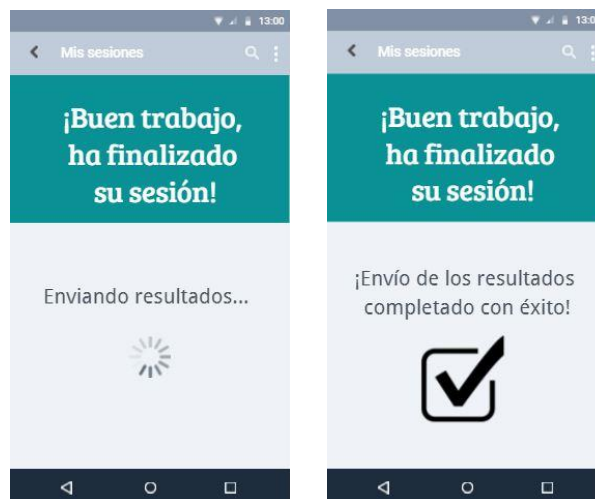


Ilustración 15. Pantallas de envío de resultados.

Continuando con los botones disponibles en la pestaña de “MiCuenta”, en “Tutoriales”, se presentan todos los vídeo tutoriales de los ejercicios a realizar durante el tratamiento (Ilustración 16.A). Desde esta pantalla, puede navegar por todos los tutoriales, tanto aquellos que ya hayan sido completados como los de las próximas sesiones.

Desde “Chat”, podrá mantener un intercambio de mensajes con su fisioterapeuta con el objetivo de resolver cualquier tipo de duda en relación con los ejercicios o informar de cualquier problema con la aplicación o marcadores (Ilustración 16.B).

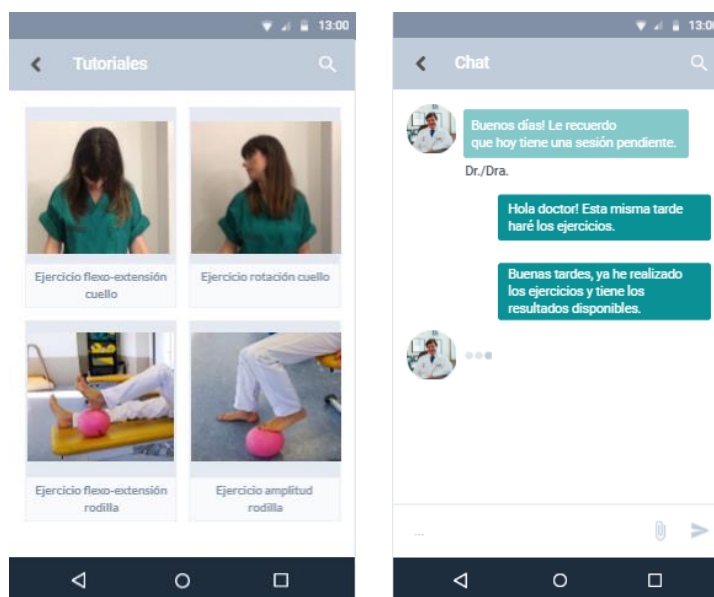


Ilustración 16. Pantalla de Tutoriales (A); pantalla de Chat (B).

La interfaz disponible para el profesional será muy similar a la presentada para el paciente, incluyendo algunos cambios en algunas de las pantallas. En la Ilustración 17.A, se muestra el menú específico. En “Registro de pacientes” (Ilustración 17.B), el terapeuta podrá añadir, eliminar y modificar tantos pacientes como desee, así como planificar su tratamiento con ejercicios personalizados para cada uno de ellos. Se incluye también una breve descripción de la patología sufrida por cada uno de ellos.



Ilustración 17. Pantalla del Menú para el fisioterapeuta (A); pantalla Registro de pacientes (B).

Después de la realización de cada sesión por parte de un paciente, se tendrá acceso al informe donde se especificarán los resultados obtenidos de los ejercicios. En él, se pueden analizar distintos valores como velocidades, ángulos, posiciones o recorridos, entre otros (Ilustración 18.A). Con esta información, el especialista podrá ir adaptando las futuras sesiones del paciente en función de la evolución de su patología. Por último, se comenta la pantalla de “Añadir tutoriales”, similar a la ofrecida a los pacientes pero con la opción de añadir y eliminar los vídeos que se deseen (Ilustración 18.B).

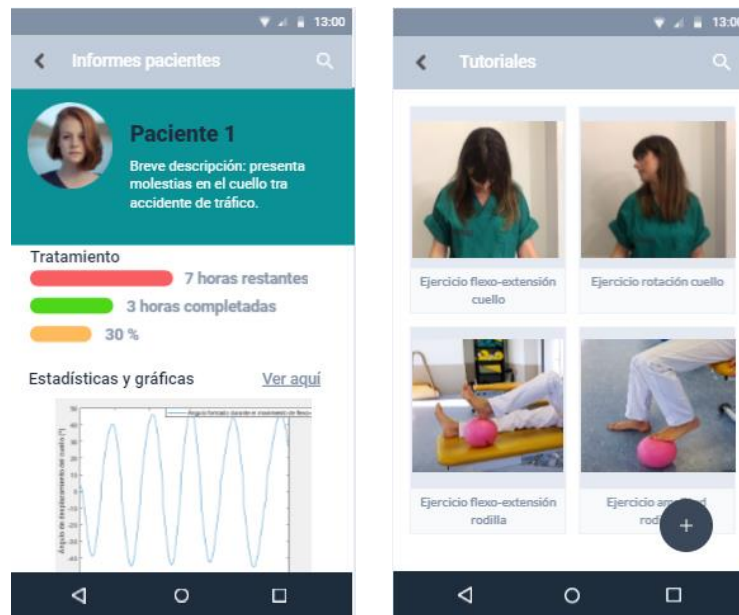


Ilustración 18. Pantalla Informe pacientes (A); pantalla Añadir tutoriales (B).

6.4.1.2 Sistemas de fijación con marcadores

Cuello

El sistema de medición del movimiento del cuello está constituido por dos marcadores ArUco, fijados a una estructura, rígida pero ligera, de cartón-pluma. Los marcadores se han colocado formando un pequeño ángulo, unos 15°, para evitar que ambos puedan quedar paralelos a la vez al plano de la cámara, ya que esto provocaría su pérdida y complicaría la detección.

Además, para la medición del movimiento de la cabeza, se ha usado una diadema de diámetro regulable que permite ajustarla a la cabeza de cada usuario. A la altura de las orejas, se han colocado unas piezas rígidas que permiten fijar el sistema de dos marcadores.

En la Ilustración 19 aparece una fotografía de la diadema con los marcadores de realidad aumentada. El tamaño mostrado de estos es grande para ilustrar bien su estructura, pero, para la utilización de ellos en casa, es recomendable disminuir sus dimensiones. Será necesario incluir estas dimensiones en la aplicación para la obtención óptima de los resultados.



Ilustración 19. Diadema con sistema de marcadores para ejercicios de cuello. Se pueden observar los marcadores de realidad aumentada ArUco.

Miembros inferiores

Por lo que respecta al seguimiento de los miembros inferiores, se ha diseñado el sistema de fijación teniendo como base un material ortopédico deformable con la temperatura, de forma que es capaz de adaptarse al segmento corporal. Se han creado tres moldes para pelvis, muslo y pierna, a los que se les han añadido bandas elásticas, para el caso de muslo y pierna, y una faja, para el caso de la pelvis, de modo que se pueda adaptar el molde al sujeto en cuestión. De igual forma que para la diadema, se han colocado dos marcadores por segmento, formando un ángulo para favorecer la detección. De igual manera que para el caso anterior, se han creado los marcadores de un tamaño considerable para ilustrar bien su estructura. Sin embargo, es recomendable hacerlos de menores dimensiones para mayor comodidad en la ejecución.

En la Ilustración 20 se pueden observar los diseños para los tres segmentos corporales.



Ilustración 20. Diseño del sistema de fijación para el seguimiento de tres segmentos corporales del tronco inferior.

A modo de ampliación, sería posible crear otro sistema de fijación colocado en la parte posterior del pie, para realizar el seguimiento del movimiento del tobillo.

6.4.2 Precio

Para este epígrafe, se consideran todos los componentes del equipo, incluyendo la aplicación, los marcadores y los sistemas de fijación.

En este sentido, se van a adoptar distintas estrategias para la fijación de precios. La estrategia principal a seguir es realizar la venta por licencias al uso. Esto es, se va a vender una licencia por clínica/profesional de rehabilitación, válida durante un año natural y con la cual podrá gestionar todos los pacientes que desee durante ese periodo. De igual forma, cada uno de sus pacientes que haga uso del servicio, podrá hacer uso de una autorización específica durante un año. Tras el transcurso de este periodo y, si quieren seguir haciendo uso del producto, ambos perfiles deberán renovar su licencia. De este modo, el fisioterapeuta puede añadir todos los ejercicios que considere oportunos de cualquier segmento corporal para dicho paciente. El precio fijado por licencia es de 30€ para el profesional y de 20€ la registrada para cada paciente, válidas para el periodo establecido. Se ha fijado este precio debido a que se considera que no repercutirá en gran medida sobre el paciente, ya que una sesión de fisioterapia presencial de una hora de duración cuesta alrededor de treinta o cuarenta euros. Dado el coste de la licencia, la clínica podría incluso valorar la opción de disminuir el precio de sus sesiones, pues dejaría de invertir tanto tiempo en un mismo paciente pudiendo dedicárselo a otros. Este hecho reforzaría el objetivo de disminución de costes y evitaría la masificación.

En cuanto a los marcadores necesarios, se ofrecen dos posibilidades. La primera de ellas y más económica, es que la propia clínica acceda a la librería ArUco de OpenCV disponible en internet, se descargue los marcadores y los acople a un sistema de fijación de su propiedad. Si se da el caso, es importante que la clínica lo comunique para poder adaptar la aplicación al tamaño del marcador que hayan escogido. Otra posibilidad, donde se adoptaría la segunda estrategia de fijación de precios, sería vender los marcadores junto con el sistema de fijación, desentendiéndose la clínica de su gestión. Dado que la venta directa de estos componentes no es el principal objetivo de este servicio, se establecerá un precio que simplemente cubra los costes de su fabricación.

Los marcadores se imprimen y se pegan sobre cartón pluma, material ligero, de bajo coste y rígido, que asegura el correcto funcionamiento de los marcadores. Estos se venden junto con el sistema de fijación. En un principio, la aplicación está orientada a dar servicio a dos segmentos corporales: el cuello y el tronco inferior. Como sistema de fijación para el primer caso, se tiene un casco sobre el cual se colocan dos o tres marcadores, dependiendo del tamaño de estos. Para el tronco inferior, se hace uso de correas con velcro e imanes de neodimio para poder adherir los marcadores. Así pues, se ha fijado un precio de 10€ para el sistema del cuello y 20€ para el del tronco inferior. Estos complementos, al no ser personalizados para cada paciente, pueden ser utilizados tantas veces y por tantos usuarios como se necesite.

Expuestas las dos estrategias a seguir, la elección de una u otra dependerá de la clínica con la que se esté trabajando.

6.4.3 *Comunicación*

El hecho de que la fase inicial de la aplicación se limite al territorio de la Comunidad Valenciana, implica que la estrategia de comunicación de ReDisAR se lleve a cabo en esta misma zona. Mediante ella, se pretenden lograr los objetivos comerciales establecidos en 6.2.

Después de haber realizado un análisis del entorno y haber situado a la competencia, se decide tomar una estrategia de comunicación agresiva, ya que se trata de un servicio desarrollado para Smartphones que, a día de hoy, no se ha encontrado algo similar en el mercado. A partir de ella, se quiere conseguir dar a conocer la aplicación y captar la cantidad de clientes establecida como objetivo.

Es importante también recalcar la diferencia en este servicio entre cliente y usuario, ya que la comunicación tendrá un mensaje y un enfoque distinto. En cuanto a los clientes, se hará promoción como herramienta que facilita el control de pacientes y evita la masificación en sus clínicas; una solución empresarial para ser más efectivos en cuanto a gestión, optimizando su trabajo. Por otra parte, para los usuarios, se mostrará como una aplicación que les facilita y les da comodidad en sus tratamientos de rehabilitación, evitando así desplazamientos casi diarios hasta su centro.

La comunicación se lleva a cabo tanto por vía digital, mediante el desarrollo y mantenimiento de una página web, como también por vía física contando con un equipo comercial.

La página web tendrá función meramente informativa y comunicativa. En ella, se mostrará con detalle todas las funcionalidades de la aplicación, tanto para los clientes como para los usuarios, mostrando imágenes, vídeos explicativos, opiniones y demás información que pueda ser de utilidad. Adicionalmente, se incluye una sección de noticias donde se publicarán novedades sobre actualizaciones de la aplicación. En definitiva, es un medio donde se puede acudir en cualquier momento que se desee conocer más acerca del servicio ofrecido.

Por otra parte, se contará con un técnico comercial formado y especializado en el uso de la aplicación, así como la tecnología que tiene como fondo para su funcionamiento. Distribuyéndose por todo el territorio valenciano, será el encargado de dar a conocer el producto y realizar las demostraciones oportunas a los clientes. Asimismo, se ocupará de la constante relación con el cliente, proporcionando las licencias, marcadores y sistemas de fijación que les sean necesarios para sus pacientes. Es imprescindible dar formación técnica al comercial en cuanto al funcionamiento de la tecnología empleada en el servicio, dado que también atenderá las diferentes dificultades y problemas que puedan tener los profesionales en su manejo, tanto al inicio de la relación con el cliente como en el futuro.

Otra vía de comunicación planteada para dar a conocer el servicio es la realización de acciones comerciales en colegios profesionales de este sector. Así, siendo un método nuevo de telerehabilitación, se propone la organización de charlas y presentaciones ante médicos y fisioterapeutas en estos centros, donde mostrar las ventajas que ofrece el producto y realizar demostraciones en directo.

6.4.4 Distribución

La distribución de la aplicación se realizará a través de las tiendas de aplicaciones oficiales de Android (Google Play Store) y *Apple* (AppStore). Desde estas plataformas, tanto los usuarios como los clientes podrán descargarse la aplicación gratuitamente en su Smartphone. Sin embargo, no se podrá hacer uso de ella hasta disponer de una licencia personal que permitirá iniciar la sesión.

Para poder publicar la *app* en las tiendas de aplicaciones oficiales, es necesario estar registrado como desarrollador en ellas. En caso de Google Play Store, la licencia consta de un pago único de 25\$ y, una vez registrado, se pueden subir tantas aplicaciones como se quiera (Google Play Store, 2019). En la AppStore, la licencia básica cuesta 99\$ al año y, de igual forma que en el caso anterior, una vez pagado se pueden subir tantas aplicaciones como se deseen. Es interesante comentar que Apple ofrece una alternativa para empresas por 299\$ al año, pero está orientada a la distribución interna de la empresa (Apple Developer, 2019).

En cuanto a las licencias, la distribución será encargada al equipo comercial. Además de contactar con el comercial técnico, se estudian otras vías de distribución como trabajar con distribuidores de material médico a comisión. Se contará con dos de ellos y serán encargados de realizar las mismas funciones que el comercial explicadas anteriormente. Dado que, una vez creada la aplicación, no se dispone de excesivos costes fijos, se pretende establecer una comisión elevada del 25% por venta. De esta forma se busca incentivar las ventas por parte de estos distribuidores. En este caso, hay que tener en cuenta que se reduce la rentabilidad generada con la venta del producto, pero, por otro lado, permite convertir los costes fijos de personal en costes variables.

Como ya se ha explicado en 6.2, la autorización del cliente es válida durante un año, periodo en el cual podrá gestionar todos los pacientes que desee. Por otra parte, cada paciente tendrá una licencia distinta y válida también durante un año.

Para ello, los clientes podrán solicitar su licencia desde la propia *app*; pulsando el botón “¿No tiene licencia? Consígala aquí” en la pantalla inicial de la *app* podrán contactar por teléfono o mediante correo electrónico y se le facilitará la licencia. Respecto a los pacientes, con el objetivo de favorecer su comodidad, su profesional será el encargado de solicitar la licencia y entregársela al inicio del tratamiento. En caso de que al iniciar la aplicación el paciente no tenga o no recuerde su licencia, pulsando sobre el mismo botón comentado unas líneas más arriba, podrá contactar para reclamarla.

Materia a parte son los marcadores y los sistemas de fijación. El comercial y los distribuidores serán los encargados de abastecer a las clínicas de las demandas de estos productos de forma física o mediante envío ordinario. En este mismo momento, el cliente puede solicitar también las licencias que considere oportunas.

6.5 Control del plan de marketing

En esta sección se realiza una planificación del control de los objetivos expuestos en el plan de marketing.

En primer lugar, el objetivo de alcanzar una relación comercial con 50 clientes, ya sean clínicas privadas, hospitales públicos o fisioterapeutas trabajadores por cuenta propia, se evaluará cada mes. Dado que se trata del primer año de vida de la aplicación, se debe realizar un control exhaustivo de forma que, si se detecta cualquier inconveniente, se tenga capacidad de reacción suficiente.

Si durante el primer mes no se ha conseguido establecer relación comercial con al menos tres clientes, se aumentará el presupuesto del equipo comercial, así como la cantidad de acciones comerciales llevadas a cabo, para elaborar una estrategia más agresiva.

Para el caso de las licencias de los usuarios finales, es decir, los pacientes, se estableció un objetivo de 10.000 autorizaciones durante el primer año. De igual forma que en el caso anterior, se realizará un control cada mes de modo que, después del transcurso de tres meses, se debe haber alcanzado la cifra de 3.000 licencias emitidas. Estas cifras son realmente optimistas, por lo que se ha realizado un planteamiento de medidas correctoras para el caso de no alcanzarlas.

A parte de una mayor inversión en el equipo comercial, se deberá implementar una nueva estrategia de comunicación como, por ejemplo, la publicidad a través de distintas redes sociales. De este modo, se podría despertar el interés en la población y que ellos mismos demandaran el servicio a sus terapeutas. Otra opción sería estudiar la viabilidad de descuentos y promociones para los clientes, incentivando el uso de nuestro servicio a cambio de una cierta cantidad de licencias sin coste para ellos.

En cuanto al control del uso lícito de las licencias, se llevará a cabo un seguimiento del número de veces que se conecta un usuario a la aplicación. En caso de encontrar cualquier actividad sospechosa de uso indebido de la licencia, esta será cancelada de inmediato.

Por lo que respecta a la valoración del servicio prestado, se han establecido tres formas de cuantificación. Al término de cada tratamiento de un paciente, se pondrá a disposición, tanto del profesional como del sujeto, un cuestionario a través de la *app* donde podrán valorar fácil y rápidamente aspectos como la simplicidad del uso de la aplicación e incluso enviar propuestas de mejora.

Por último, a través de las valoraciones en las tiendas oficiales de ambos sistemas operativos, se establecerá el objetivo de 3,5/5 estrellas.

En caso de que el control de estas valoraciones no tenga el resultado esperado, se realizará un estudio de mercado para averiguar por qué los usuarios no están satisfechos con la aplicación. Una vez se haya recopilado y analizado la información, se plantearán distintas posibilidades de inversión para mejorar la visión que tienen los clientes y los usuarios del servicio prestado.

Capítulo 7. Finanzas

7.1 Costes

En este epígrafe se realiza un desglose de los distintos costes en los que se incurriría en caso de llevar a cabo el proyecto. Se presentan los costes principales y relacionados con el primer año de vida del servicio, así como otros gastos importantes durante la vida del mismo.

7.1.1 *Diseño de la aplicación y mantenimiento*

El diseño de la aplicación se encargará a una empresa externa dedicada a desarrollo de software para aplicaciones móviles. Para que el proyecto se realice de la forma deseada, es decir, con una interfaz fácil e intuitiva de forma que la pueda utilizar cualquier persona, se les facilitará un modelo de aplicación que les sirva de guía.

Hay que tener en cuenta las distintas funcionalidades que se le quiere dar a la *app*, ya que de ello dependerá en gran medida el coste de la misma. Los aspectos a tener en cuenta son:

- Desarrollo de *app* para Smartphones.
- Desarrollo y lanzamiento para sistemas operativos iOS y Android.
- Es necesario un servidor que asegure el funcionamiento de múltiples usuarios simultáneos.
- Cifrado de datos para proteger la privacidad de los pacientes.
- Acceso restringido a cualquier servicio excepto la pantalla de “Log In” hasta que se introduzca la licencia.
- La aplicación contará con dos perfiles claramente diferenciados: uno para el cliente donde se podrán gestionar los tratamientos de los distintos pacientes, agregar ejercicios, añadir tutoriales, chat, etc., y otro para el paciente, el cual tendrá acceso a la planificación de su tratamiento, ejercicios, tutoriales, chat directo, etc.
- Flujo de información entre paciente y profesional para enviar resultados e informes de las sesiones.
- Notificaciones y recordatorios de realización de sesiones programadas.

Una vez descritas las funcionalidades, se ha pedido presupuesto a empresas externas indicando las características de la *app*. Estos presupuestos se muestran en Anexos. Los presupuestos recibidos oscilan entre los 10.000 y los 15.000 euros, de modo que se ha decidido estimar el coste del diseño de la aplicación en 18.000 euros, dejando margen para posibles funcionalidades extras de última hora y errores. Se debe incluir también los 109.92 euros procedentes de las plataformas de ventas de aplicaciones para Android y Apple.

En cuanto al mantenimiento de la aplicación, se debe realizar por un profesional de desarrollo de software para Smartphones, ya que serán necesarias acciones de corrección de errores, actualizaciones de la aplicación, etc. El coste en el que se incurriría al contratar a un desarrollador sería de alrededor de 30.000 euros brutos anuales. Otro aspecto importante en cuanto al mantenimiento del servicio es la elección del servidor. En el epígrafe 6.1.2.1 se han dado algunas indicaciones en cuanto a los requisitos necesarios. Dado que el objetivo es dar un servicio de rehabilitación desde el hogar, es necesario que el servidor pueda asegurar la conexión de múltiples

usuarios de forma simultánea. Por ello, entre las distintas opciones disponibles, se escoge el servidor One Cloud L de Hostalia por 59,90 euros al mes.

Por último, el coste asociado a la página web, sería únicamente el pago del dominio www.redisar.com, disponible y con un precio de 12.10 euros al año.

7.1.2 Accesorios

Los marcadores destinados a ser capturados para registrar su información y los sistemas de fijación de estos a los distintos segmentos corporales, son los complementos necesarios para el uso de esta aplicación.

Como ya se ha comentado, los marcadores junto con el casco (para la sujeción y registro del movimiento del cuello) y junto con las correas y velcros (para la sujeción y registro del movimiento del tronco inferior), no son el producto principal. Dado que son accesorios para la utilización de la aplicación, se busca que tengan un coste mínimo pero que cumplan su función sin problema. El coste para los marcadores junto con el casco se estima en 12 euros, mientras que el coste de las correas para el tronco inferior junto con los marcadores se estima en 8,50 euros.

Adicionalmente, la compra de estos accesorios está sujeta a la decisión de la clínica o fisioterapeuta, ya que ellos mismos fácilmente pueden disponer de sistemas parecidos. Por todo ello, no se ha realizado una estimación de los costes que supondrían estos complementos durante el transcurso del primer año.

7.1.3 Personal

Derivado de la puesta en marcha del servicio, se requiere la contratación de personal especializado en su comercialización, mantenimiento y comunicación. En un principio, se ha hecho una estimación del personal necesario para un primer año, aunque, dependiendo del crecimiento del negocio, se requeriría la contratación de un mayor número de gente.

- Equipo formado por un comercial y varios distribuidores a comisión encargados de dar a conocer el servicio por toda la Comunidad Valenciana y de la posterior relación con cliente (clínicas y fisioterapeutas). El coste del comercial se estima en 2.000 euros brutos mensuales incluidas dietas más 400 euros en concepto de gastos de desplazamiento, es decir 28.800 euros brutos al año.
Los distribuidores, al ir a comisión, no conllevan ningún coste fijo, sino que su retribución irá en función de las ventas que realicen.
- Como ya se ha comentado en la sección anterior, el desarrollador será el encargado del mantenimiento de la aplicación, así como de la puesta a punto y posterior actualización de la página web. El coste estimado es de 30.000 euros brutos al año.

En definitiva, el coste total relativo al personal encargado del mantenimiento, distribución y comunicación de la aplicación sería de 58.800 euros anuales.

7.1.4 Equipamiento informático

Para el óptimo desarrollo de sus funciones, es necesario equipar al personal con diversos dispositivos. En primer lugar, se facilitará un Smartphone al comercial para poder realizar demostraciones *in situ* a los clientes. El dispositivo elegido es el Samsung Galaxy S10 (599 euros), que cuenta con una cámara de gran calidad para que las pruebas sean excelentes. Se le facilitará también un portátil Lenovo con 8GB de RAM y 256 GB SSD por un precio de 399 euros.

En cuanto al desarrollador, se le equipará con el mismo Smartphone para que pueda realizar las pruebas pertinentes de las actualizaciones de la aplicación. Además, se le entregará un portátil de mayor rendimiento (MSI GF63 8RC-069ES de 15.6 pulgadas con procesador Intel Core i7 de 8ª generación, 8GB de RAM y TB de capacidad) valorado en 929 euros.

7.1.5 Costes de estructura

En esta sección se presentan los costes asociados al alquiler de locales y el pago de facturas que conlleva.

El coste del alquiler de un local comercial asciende a 800¹¹ euros mensuales. En la Tabla 3, se muestra el desglose de la estimación de gastos relacionados. Hay que tener en cuenta que las facturas del agua son bimensuales, de modo que queda:

CONCEPTO	COSTE MEDIO CADA DOS MESES (€)
Agua	140
Luz	130
Internet y teléfono	170
Seguro	60
TOTAL	500

Tabla 3. Costes del local comercial. Fuente: elaboración propia.

Así, los costes totales del local comercial ascienden a 2.100 euros cada dos meses, siendo un total de 12.600 euros al año.

¹¹ Coste de un local comercial en la ciudad de Valencia encontrado a través de distintos portales de búsqueda en internet.

7.2 Ingresos

Dados los objetivos comerciales establecidos en el epígrafe 6.2, se espera recuperar la inversión realizada en el primer año de vida del servicio prestado. En este sentido, se han establecido dos objetivos cuantitativos en relación con la venta de licencias a clientes y a usuarios finales.

El hecho de que la mayor parte de la distribución sea realizada por distribuidores a comisión, hará que la cifra de ingresos estimados sea inferior. Dado que se cuenta con dos de ellos más un comercial técnico, se estimará que las ventas realizadas se reparten en un tercio por cada uno.

- La previsión de venta de autorizaciones a las clínicas y fisioterapeutas indica llegar a un acuerdo con 50 clientes durante el primer año. De ellas, 34 licencias serán vendidas por distribuidores y, las 16 restantes, por el comercial técnico. De esta forma, teniendo en cuenta la comisión de los intermediarios, los ingresos previstos en este sentido serán de 1.245 euros anuales.
- En cuanto a la estimación de licencias para pacientes, se estableció un objetivo de venta de 10.000 licencias durante el primer año. Procediendo de igual forma que en el punto anterior, los ingresos previstos serán de 166.665 euros anuales.
- Por otra parte, habría que considerar los ingresos procedentes de los accesorios como los marcadores y los sistemas de fijación. Sin embargo, tal y como se ha explicado en 7.1, se ha decidido que la venta de estos complementos simplemente cubra los gastos de su fabricación. Además, la compra de estos accesorios está sujeta a la decisión del profesional, ya que ellos mismos pueden disponer de ellos fácilmente. Por ello, no se ha realizado una estimación de la cantidad de ingresos procedente de esta fuente.

Después de ver el desglose de las fuentes de ingreso, se estima una cantidad de 167.910 euros durante el primer año.

Considerando la suma total de costes explicados en la sección 7.1, la cual asciende a 92,766.82 euros anuales, se puede comprobar la viabilidad económica del proyecto dado que la cantidad de ingresos prevista casi duplica los costes.

En definitiva, aunque la previsión realizada del número de clientes durante el primer año fuera errónea y, por poner un ejemplo, se consiguieran 30 en vez de 50, y el número de pacientes en total que contrataran el servicio fuera de 6.000, es decir, se redujera la cifra casi a la mitad de lo esperado, se tendrían unos ingresos previstos de 100.750 euros para el primer año, cubriendo también la estimación de costes.



Capítulo 8. Otras posibles aplicaciones

En este capítulo se describen algunas líneas futuras para el producto desarrollado a partir de las cuales se pretende descubrir otras áreas donde este servicio podría tener cabida.

Un ejemplo de ello, es instalar este servicio en residencias de ancianos dándole un enfoque distinto a la aplicación. Como si de la consola de Nintendo llamada *Wii* se tratase, podrían integrarse juegos en la aplicación que incentiven la movilidad y el ejercicio por parte de los mayores. A su vez, estarían monitorizados gracias a los marcadores colocados en distintos segmentos corporales. Además, de esta forma se integraría este grupo de la población por lo general reacia a las nuevas tecnologías, en un nuevo mundo para ellos mostrándoles los alcances y utilidades que puede llegar a tener.

Otras áreas donde podría tener cabida esta aplicación es en el *fitness* y en el ámbito deportivo. Los deportistas pueden colocarle pulsómetros e incluso relojes inteligentes que les permiten registrar datos sobre su frecuencia cardíaca y distancia recorrida. Con estos avances es posible medir con exactitud el esfuerzo realizado y programar la intensidad de los ejercicios atendiendo a las capacidades. Los marcadores de realidad aumentada podrían colocarse sobre distintos segmentos corporales al trabajar sobre una cinta de correr o una bicicleta estática recogiendo, por ejemplo, datos sobre la velocidad del paso, apertura de las piernas o ángulos formados por las articulaciones, entre otros.

Investigadores de la Universidad de Utah han diseñado plantillas inteligentes equipadas con sensores internos, que pueden ayudar a corregir anomalías en el movimiento de las personas y reformar el patrón seguido al caminar. Stacy Bamberg, investigadora del Departamento de Ingeniería de la mencionada universidad, da importancia al sistema llamado *Rapid Rehab* dado que corrige anomalías de movimiento de las personas con fracturas de pie, reemplazo de cadera o pierna artificial. Con la ayuda de sensores de presión, acelerómetros y giróscopos, el sistema proporciona informes de los patrones de caminar. Los datos obtenidos pueden ser tratados por un profesional médico (Ajami & Teimouri, 2015). En este sentido, se podrían utilizar los marcadores de realidad aumentada para ser detectados a través de la aplicación y llevar un control de estos patrones de caminar.

Por último, con vistas a realizar mejoras en la aplicación futura y como ya se ha comentado durante toda la sección, la adición de nuevas funcionalidades y tratamientos de nuevos segmentos corporales son esenciales. Se podría incluso estudiar hacer uso de la inteligencia artificial dentro de la aplicación. En este sentido, se podrían analizar los ejercicios realizados por los individuos y, junto con una gran base de datos, desarrollar algoritmos de predicción de la evolución de los sujetos.

Capítulo 9. Conclusiones

La revisión bibliográfica llevada a cabo al principio del documento muestra la grave problemática en la que se encuentra el sistema sanitario español actual. Ante esta situación, existen métodos que ofrecen asistencia a distancia, ya sea a través de videoconferencias o la monitorización de las sesiones. Sin embargo, los sistemas actuales están basados en el funcionamiento con ordenadores y cámaras, como la Kinect, presentando así un elevado coste.

Para justificarlo, se han expuesto aspectos interesantes a partir del estudio de estadísticas como el nivel de conformidad de la atención sanitaria recibida o el grado de ocupación de este sector, el cual muestra cifras relevantes. También se ha realizado una encuesta en la que se ha recogido la opinión sobre experiencias personales en tratamientos de rehabilitación, así como la concepción de la telerehabilitación.

Tras los resultados analizados, se puede comprobar la masificación de las clínicas de rehabilitación, la falta de profesionalidad por parte de algunos terapeutas o los grandes intervalos de tiempo de espera para recibir un tratamiento. Sin embargo, muchos de los encuestados prefieren llevar a cabo un tratamiento presencial con el fisioterapeuta. Este hecho puede ser debido a la creencia adquirida con el transcurso de la historia, donde el ser humano siempre se ha relacionado cara a cara y, aún más, en el ámbito sanitario. No obstante, dada la revolución tecnológica reciente y la que está por venir, esta tendencia puede cambiar y habituar a las personas al trato a distancia en algunos aspectos y, por qué no, en el campo de la telerehabilitación.

También se ha comprobado que la mayor parte de los individuos poseen un Smartphone y conexión activa a internet en él, por lo que serían clientes potenciales para el producto desarrollado.

En este contexto se ha desarrollado el trabajo de fin de grado con el fin de ofrecer un producto enfocado en la realización de ejercicios de fisioterapia en casa a través de una aplicación para Smartphones. Además, se complementa con distintos accesorios necesarios para su funcionamiento como son los marcadores de realidad aumentada, que serán capturados por la cámara del Smartphone, y sistemas de fijación para sujetarlos a los distintos segmentos corporales. Se ha explicado el funcionamiento de dicha tecnología, en la cual he basado el TFG de Ingeniería de Telecomunicaciones. En él, se ha desarrollado un sistema de análisis del movimiento del cuello basado en marcadores de realidad aumentada, profundizando en el proceso de su detección y validándolo con las mediciones de otros métodos existentes en el mercado, consiguiendo unos resultados satisfactorios.

Después, se ha llevado a cabo un plan de *marketing* para estudiar en profundidad la situación actual del mercado detallando un análisis del macro y microentorno. En ellos, se describe el público objetivo, los competidores, los proveedores y los intermediarios, así como diversos datos sobre la tendencia en el uso de la tecnología en España.

Siguiendo con el plan de marketing, se han establecido los objetivos comerciales, las características y funcionalidades del producto, las posibilidades de distribución y su comunicación.

Para finalizar, se ha elaborado una estimación de ingresos y costes para estudiar la viabilidad económica del producto, llegando a la conclusión de que, aun reduciendo casi a la mitad la cifra esperada de clientes y pacientes, los ingresos previstos cubrirían los costes estimados.

Referencias

- Ajami, S., & Teimouri, F. (2015, December). Features and application of wearable biosensors in medical care. *Journal of Research in Medical Sciences*, Vol. 20, pp. 1208–1215. <https://doi.org/10.4103/1735-1995.172991>
- Alamri, A., Cha, J., Eid, M., & Saddik, A. El. (2009). Evaluating the post-stroke patients progress using an augmented reality rehabilitation system. *2009 IEEE International Workshop on Medical Measurements and Applications, MeMeA 2009*, 89–94. <https://doi.org/10.1109/MEMEA.2009.5167961>
- Anton, D., Goni, A., Illarramendi, A., Torres, J. J., & Seco, J. (2013). KiReS: A Kinect-based telerehabilitation system. *2013 IEEE 15th International Conference on E-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2013*, 444–448. <https://doi.org/10.1109/HealthCom.2013.6720717>
- Apple Developer. (2019). Retrieved June 15, 2019, from <https://developer.apple.com/support/compare-memberships/>
- Bacik, J., Durovsky, F., Fedor, P., & Perdukova, D. (2017). Autonomous flying with quadcopter using fuzzy control and ArUco markers. *Intelligent Service Robotics*, 10(3), 185–194. <https://doi.org/10.1007/s11370-017-0219-8>
- Bashshur, R. L. (2002). Telemedicine and Health Care. *TELEMEDICINE JOURNAL AND E-HEALTH*, 8(1).
- Benvenuti, F., Stuart, M., Cappena, V., Gabella, S., Corsi, S., Taviani, A., ... Weinrich, M. (2014). Community-based exercise for upper limb paresis: A controlled trial with telerehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 28(7), 611–620. <https://doi.org/10.1177/1545968314521003>
- Brennan, D. M., & Barker, L. M. (2008). Human factors in the development and implementation of telerehabilitation systems. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 55–58. <https://doi.org/10.1258/jtt.2007.007040>
- Chang, Y. J., Chen, S. F., & Huang, J. Da. (2011). A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2566–2570. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.07.002>
- Chinthammit, W., Merritt, T., Pedersen, S., Williams, A., Visentin, D., Rowe, R., & Furness, T. (2014). Ghostman: Augmented Reality Application for Telerehabilitation and Remote Instruction of a Novel Motor Skill. *BioMed Research International*, 2014, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/646347>
- Conselleria de Sanitat Universal i Salut Pública. (2019). Retrieved June 11, 2019, from Registre Autonòmic de Centres, Servicis i Establiments Sanitaris website: <http://www.san.gva.es/web/registros/centros-sanitarios>
- Cooper, R. A., Fitzgerald, S. G., Boninger, M. L., Brienza, D. M., Shapcott, N., Cooper, R., & Flood, K. (2001). Telerehabilitació: ampliant el accés a la experiència en rehabilitació. *Proceedings of the IEEE*, 89(8), 1174–1190. <https://doi.org/10.1109/5.940286>
- Cottrell, M. A., Galea, O. A., O'Leary, S. P., Hill, A. J., & Russell, T. G. (2017). Real-time telerehabilitation for the treatment of musculoskeletal conditions is effective and comparable to standard practice: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 31(5), 625–638. <https://doi.org/10.1177/0269215516645148>
- Ditrendia. (2018). Ditrendia - Informe Mobile 2018. *Ditrendia*, 1–106.
- Durfee, W. K., Savard, L., & Weinstein, S. (2007). Technical feasibility of teleassessments for

- rehabilitation. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 15(1), 23–29. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2007.891400>
- Engbers, L., Bloo, H., Kleissen, R., Spoelstra, J., & Vollenbroek-hutten, M. (2003). Development of a teleconsultation system for communication between physiotherapists concerning children with complex movement and postural disorders. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 9(6), 339–34.
- Evolv. (2019). Evolv Rehabilitation Technologies. Retrieved from <https://evolvrehab.com/>
- Fernández, V., Orduna, J., & Morillo, P. (2012). Performance characterization of mobile phones in augmented reality marker tracking. *The 12th International Conference on Computational and Mathematical Methods in Science and Engineering (CMMSE)*, (May 2014). Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/230854831_Performance_Characterization_of_Mobile_Phones_in_Augmented_Reality_Marker_Tracking/file/79e4150767250c889b.pdf
- Fiala, M. (2005). ARTag, a fiducial marker system using digital techniques. *Proceedings - 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2005, II*, 590–596. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2005.74>
- Gabriele, W., & Renate, S. (2009). Work loss following stroke. *Disability and Rehabilitation*, 31(18), 1487–1493. <https://doi.org/10.1080/09638280802621432>
- Garrido, S., Muñoz, R., Madrid, F. J., & Medina, R. (2016). Generation of fiducial marker dictionaries using Mixed Integer Linear Programming. *Pattern Recognition*, 51, 481–491. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2015.09.023>
- Giansanti, D., Morelli, S., Maccioni, G., & Brocco, M. (2013). Design, construction and validation of a portable care system for the daily telerehabilitation of gait. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 112(1), 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.06.001>
- Google Play Store. (2019). Retrieved June 2, 2019, from Registrarse para obtener una cuenta de desarrollador de Google Play website: <https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/6112435>
- Holden, M. K., Dyar, T. A., & Dayan-Cimadoro, L. (2008). Design and Testing of a Telerehabilitation System for Motor Re-Training using a Virtual Environment. *2006 International Workshop on Virtual Rehabilitation*, 134–139. <https://doi.org/10.1109/iwvr.2006.1707541>
- Indra. (2014). Toyra – Sistema de Rehabilitación. Retrieved from <https://www.indracompany.com/sites/default/files/indra-toyra.pdf>
- Indra. (2016). TRAM: TeleRehabilitación Audiovisual Motora. Retrieved from <https://www.indracompany.com/es/indra/tram-telerehabilitacion-audiovisual-motora>
- 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>
- Kaplan, B., & Litewka, S. (2008). Ethical challenges of telemedicine and telehealth. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics*, Vol. 17, pp. 401–416. <https://doi.org/10.1017/S0963180108080535>
- Kizony, R., Weiss, P. L., & Shahar, M. (2006). TheraGame: A home based virtual reality rehabilitation system. *International Journal on Disability and Human Development*, 5(3), 265–270. <https://doi.org/10.1515/IJDHD.2006.5.3.265>

- Lange, B., Chang, C. Y., Suma, E., Newman, B., Rizzo, A. S., & Bolas, M. (2011). Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the microsoft kinect sensor. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 1831–1834. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2011.6090521>
- Lathan, C. E., Kinsella, A., Rosen, M. J., Winters, J., & Trepagnier, C. (2002). Aspects of Human Factors Engineering in Home Telemedicine and Telerehabilitation Systems. *Telemedicine Journal*, 5(2), 169–175. <https://doi.org/10.1089/107830299312131>
- Lloréns, R., Gil, J. A., Mesa, P., Alcañiz, M., Colomer, C., & Noe, E. (2011). BioTrak: A comprehensive overview. *2011 International Conference on Virtual Rehabilitation, ICVR 2011*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICVR.2011.5971843>
- Lockery, D., Peters, J. F., Ramanna, S., Shay, B. L., & Szturm, T. (2011). Store-and-feedforward adaptive gaming system for hand-finger motion tracking in telerehabilitation. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 15(3), 467–473. <https://doi.org/10.1109/TITB.2011.2125976>
- Lutz, B. J., Chumbler, N. R., & Roland, K. (2007). Care Coordination/Home-Telehealth for Veterans with Stroke and Their Caregivers: Addressing an Unmet Need. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 14(2), 32–42. <https://doi.org/10.1310/tsr1402-32>
- Martin, J., Ruiz, D., Soriano, A., & Berenguer, V. (2009). Monitoring 3D movements for the rehabilitation of joints in physiotherapy. *2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 4836–4839. <https://doi.org/10.1109/iembs.2008.4650296>
- Norouzi, N., Levin, M. F., Fung, J., & Archambault, P. (2013). Interactive virtual reality game-based rehabilitation for stroke patients. *2013 International Conference on Virtual Rehabilitation, ICVR 2013*, 220–221. <https://doi.org/10.1109/ICVR.2013.6662126>
- Organizacion Mundial de la Salud. (2018). Discapacidad y salud. Retrieved June 17, 2019, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>
- P.Chauhan, V., & M.Kayasth, D. M. (2015). Augmented reality markers , it's different types, criterion for best fiducially marker and necessary requirements to selecting application oriented makers. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCES & RESEARCH TECHNOLOGY*, 4(1).
- Parrilla, E., Medina, E., Page, Á., González, J., Olaso, J., & De Rosario, H. (2013). Ankle 3D-kinematics measurement by using a single camera and AR-markers. *Footwear Science*, 5(sup1), S73–S74. <https://doi.org/10.1080/19424280.2013.799565>
- Rizzo, A. A., Strickland, D., & Bouchard, S. (2005). The Challenge of Using Virtual Reality in Telerehabilitation. *Telemedicine Journal and E-Health*, 10(2), 184–195. <https://doi.org/10.1089/tmj.2004.10.184>
- Romero, F. J., Muñoz, R., & Medina, R. (2018). Speeded up detection of squared fiducial markers. *Image and Vision Computing*, 76, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2018.05.004>
- Ronald T., A. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Russell, T. G., Buttrum, P., Wootton, R., & Jull, G. A. (2003). Low-bandwidth telerehabilitation for patients who have undergone total knee replacement: Preliminary results. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 9(2_suppl), 44–47. <https://doi.org/10.1258/135763303322596246>
- Shaughnessy, M., Resnick, B. M., & Macko, R. F. (2006). Testing a model of post-stroke exercise



behavior. *Rehabilitation Nursing*, 31(1), 15–21. <https://doi.org/10.1002/j.2048-7940.2006.tb00005.x>

Subramanian, S., Knaut, L. A., Beaudoin, C., McFadyen, B. J., Feldman, A. G., & Levin, M. F. (2007). Virtual reality environments for post-stroke arm rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 4, 1–5. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-4-20>

World Health Organisation & The World bank. (2011). World report on disability. *Disability and Society*, 26(5), 655–658. <https://doi.org/10.1080/09687599.2011.589198>

Anexos

Presupuestos solicitados a diversas empresas para el desarrollo de la aplicación

Cuantocuestamiapp

	¿Qué nivel de calidad estás buscando? Buena relación calidad/precio Cambiar
	¿Qué tipo de app necesitas? Aplicación Android + IOS Cambiar
	¿Qué diseño quieres que tenga tu App? Interfaz personalizada Cambiar
	¿Cómo quieres sacar beneficio a tu App? Otros / No lo sé todavía Cambiar
	¿Tu App necesita un sistema de login ? Sí, con email Cambiar
	¿Tu App tiene que estar integrada con un sitio web? No Cambiar
	¿Los usuarios tienen sus propios perfiles? Sí Cambiar
	¿Tu app necesita un panel de administración? Sí Cambiar
	¿Qué idiomas usará tu aplicación? Un único idioma Cambiar
	¿En qué estado se encuentra tu proyecto? Boceto ya preparado Cambiar





El coste estimado de tu app es

13.400 €

Cuanto cuesta un app

Tu precio estimado
11250 Euros

[Ocultar resumen](#)

-  App Multi-plataforma
-  Diseño personalizado
-  Un idioma
-  Sin integrar con ninguna web
-  Registro con Email
-  Si, diseñar icono
-  No se como generar dinero con la app
-  Usuarios con perfil
-  Con valoraciones de productos o servicios

Yeeply

¿Qué necesitas?	App Android + IOS	<p>App Android + IOS App de realidad aumentada</p> <p>10.400€</p> <p>* Precio estimado</p> <p>Servicio elegido: Desarrollo Presupuesto: Buena relación calidad/precio</p>
Tipo de proyecto	App de realidad aumentada	
Servicios a contratar	Desarrollo	
Presupuesto	Buena relación calidad/precio	

Encuesta realizada

Preferencias y experiencia en el ámbito de la rehabilitación.

Estoy realizando mi TFG con el fin de estudiar la viabilidad de una *app* desarrollada para Smartphones que te permite realizar un tratamiento de rehabilitación desde el hogar. Con este formulario se pretende recoger información acerca de las distintas preferencias dentro del ámbito clínico y de rehabilitación. La encuesta tan solo le tomará cuatro minutos y sus respuestas son totalmente anónimas y utilizadas con fines académicos. Muchas gracias.

Bloque 1: preguntas sobre la opinión y experiencia personal en el ámbito de la rehabilitación y telerehabilitación

1. **¿Conoce algún método/aplicación de telerehabilitación (rehabilitación a distancia)?** *Marca solo un óvalo.*

Sí.
 No.

2. **¿Ha realizado algún tipo de tratamiento de rehabilitación en los últimos tres años?** *Marca solo un óvalo.*

Sí.
 No.

3. **En alguna ocasión, ¿ha tenido que acompañar/llevar a un conocido a un centro de rehabilitación porque él/ella no podía hacerlo por su propia cuenta?** *Marca solo un óvalo.*

Sí.
 No.

4. **En alguna ocasión, ¿ha necesitado un tratamiento de rehabilitación y le han dejado en lista de espera?**

Marca solo un óvalo.

Sí.
 No.

5. **En caso afirmativo, ¿cuánto tiempo ha esperado para poder recibir el tratamiento?**

6. **En alguna ocasión, ¿ha necesitado un tratamiento de rehabilitación y no lo ha podido recibir o ha decidido no realizarlo?** *Marca solo un óvalo.*

- Sí.
 No.

7. **En caso afirmativo, ¿por qué motivo no ha podido o ha decidido no realizar el tratamiento?**

Marca solo un óvalo.

- Coste del tratamiento.
 Dificultad en el desplazamiento a la clínica.
 Falta de tiempo.
 Complicación relacionada con los horarios de la clínica.
 _____ Otro:

8. **¿Alguna vez ha realizado una teleconsulta con su médico/profesional?**

Marca solo un óvalo.

- Sí.
 No.

9. **¿Alguna vez ha buscado ejercicios de rehabilitación por internet?** *Marca solo un óvalo.*

- Sí.
 No.

10. **Valore del 1 a 5 (siendo 1 ninguna importancia y 5 máxima importancia) la importancia que supone para usted cada uno de los siguientes aspectos.** *Marca solo un óvalo por fila.*

	1	2	3	4	5
Atención con ejercicios personalizados en el tratamiento.			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cantidad de tiempo empleado en una sesión (incluyendo desplazamiento)			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Coste del tratamiento.			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atención cara a cara con el profesional médico.			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de tecnología avanzada en el tratamiento.			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bloque 2: preguntas relacionadas con la tecnología



11. Indique su grado de familiarización con la tecnología.

Marca solo un óvalo.

- Ninguno.
- Poco.
- Medio.
- Alto.
- Muy alto.

12. ¿Dispone de conexión activa a internet en su Smartphone, ya sea mediante Wifi en su hogar o datos móviles? *Marca solo un óvalo.*

- Sí.
- No.

13. ¿Dispone de Smartphone propio? *Marca solo un óvalo.*

- Sí.
- No.

Bloque 3: datos personales

14. Atendiendo a su lugar de residencia, vive en un... *Marca solo un óvalo.*

- Capital de provincia o municipio de más de 100.000 habitantes.
- Municipio de 50.000 a 100.000 habitantes.
- Municipio de 20.000 a 50.000 habitantes.
- Municipio de 10.000 a 20.000 habitantes.
- Municipio de menos de 10.000 habitantes.

15. Edad

Marca solo un óvalo.

- Menor o igual a 18
- Entre 19 y 40.
- Entre 41 y 60.
- Mayor de 60.

16. Sexo

Marca solo un óvalo.

- Mujer.
- Hombre.