

Capítulo 2

APPRE - Aplicativo móvil para la rehabilitación en Actividades de la Vida Diaria para patologías osteomusculares de miembro superior

Angela María Ávila Potosí¹

Tatiana Alexandra Burgos Mallama²

Luis Alejandro Ceballos Burgo³

Eliana Gabriela Mallama Campaña⁴

Iván Heriberto Méndez Salazar⁵

Karen Gabriela Solarte Giraldo⁶

Cítese como: Ávila-Potosí, Á. M., Burgos-Mallama, T. A., Ceballos-Burgo, L. A., Mallama-Campaña, E. G., Méndez-Salazar, I. H. y Solarte-Giraldo, K. G. (2023). APPRE - Aplicativo móvil para la rehabilitación en Actividades de la Vida Diaria para patologías osteomusculares de miembro superior. En F. C. Gómez-Meneses, L. M. Gómez y J. P. García-López (comps.), *Formación de competencias científicas desde la investigación y la academia* (pp. 24-33). Editorial UNIMAR. <https://doi.org/10.31948/editorialunimar.207.c332>

Resumen

Los desórdenes musculoesqueléticos son diversas lesiones físicas que se presentan en un lapso de tiempo, afectando al sistema musculoesquelético. Estas patologías tienen una alta prevalencia y morbilidad y, son una de las principales causas de pérdida funcional, discapacidad y disminución de la calidad de vida, por lo cual se busca trabajar en el desarrollo de la aplicación, con el propósito de brindar una solución a través de la tecnología, que permitan ser accesibles e innovadoras para la comunidad. Por consiguiente, el objetivo de la investigación es diseñar un protocolo de rehabilitación basado en las actividades de la vida diaria para patologías osteomusculares de miembro superior, a través de un aplicativo móvil. De este modo, la metodología realizada se enmarca en una investigación de corte cuantitativo con un enfoque empírico analítico, con la recopilación y análisis de la información, obteniendo como resultado, el desarrollo de los protocolos de rehabilitación de Fisioterapia y Terapia ocupacional, adicionados al prototipo del

¹ Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Fisioterapia. Semillero KIVNON. Correo: angelama.avila@umariana.edu.co

² Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Fisioterapia. Semillero KIVNON. Correo: tatianaal.burgos@umariana.edu.co

³ Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Sistemas. Semillero ELITE. luisceballos@umariana.edu.co

⁴ Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Sistemas. Semillero DHARMA. Correo: elianaga.mallama@umariana.edu.co

⁵ Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Sistemas. Semillero ELITE. imendez@umariana.edu.co

⁶ Universidad Mariana. Programa Ingeniería de Sistemas. Semillero DHARMA. Correo: karen.g.solarte@umariana.edu.co



aplicativo móvil. Para concluir, se busca aportar a la salud a través de la tecnología y los nuevos avances tecnológicos por medio de dispositivos móviles, favoreciendo a los procesos de rehabilitación en pacientes con afectación osteomuscular de miembro superior.

Palabras clave: desórdenes musculoesqueléticos; miembro superior; protocolo; prototipo; aplicativo móvil; fisioterapia; terapia ocupacional.

APPRE - Mobile application for rehabilitation in Activities of Daily Living for musculoskeletal pathologies of the upper limb

Abstract

Musculoskeletal disorders are various physical injuries that occur over some time, and spread the musculoskeletal system. These pathologies have a high prevalence and morbidity and, they are one of the main causes of functional loss, disability, and decreased quality of life, which is why we seek to work on the development of the application, to provide a solution through technology, which allows to be accessible and innovative for the community. Therefore, the objective of the research is to design a rehabilitation protocol based on activities of daily living for musculoskeletal pathologies of the upper limb, through a mobile application. Thus, the methodology is framed in quantitative research with an analytical empirical approach, with the collection and analysis of information, resulting in the development of rehabilitation protocols for physical and occupational therapy, added to the prototype of the mobile application. To conclude, the aim is to contribute to health through technology and new technological advances using mobile devices, favoring rehabilitation processes in patients with musculoskeletal disorders of the upper limb.

Keywords: Musculoskeletal disorders; upper limb; protocol; prototype; mobile application; physiotherapy; occupational therapy.

APPRE - Aplicativo móvel para reabilitação em atividades da vida diária para patologias musculoesqueléticas do membro superior

Resumo

Os distúrbios musculoesqueléticos são várias lesões físicas que ocorrem ao longo do tempo e afetam o sistema musculoesquelético. Essas patologias têm alta prevalência e morbidade e são uma das principais causas de perda funcional, incapacidade e diminuição da qualidade de vida, razão pela qual procuramos trabalhar no desenvolvimento do aplicativo, para fornecer uma solução por meio da tecnologia, o que permite ser acessível e inovador para a comunidade. Portanto, o objetivo da pesquisa é projetar um protocolo de reabilitação baseado em atividades de vida diária para patologias musculoesqueléticas do membro superior, por meio de um aplicativo móvel. Assim, a metodologia está enquadrada



em pesquisa quantitativa com abordagem empírica analítica, com coleta e análise de informações, resultando no desenvolvimento de protocolos de reabilitação para fisioterapia e terapia ocupacional, somados ao protótipo do aplicativo móvel. Concluindo, o objetivo é contribuir para a saúde por meio da tecnologia e dos novos avanços tecnológicos utilizando dispositivos móveis, favorecendo os processos de reabilitação em pacientes com distúrbios musculoesqueléticos do membro superior.

Palavras-chave: distúrbios musculoesqueléticos; membro superior; protocolo; protótipo; aplicativo móvel; fisioterapia; terapia ocupacional.

Introducción

Tolosa (2015) menciona que los desórdenes músculo esqueléticos (DME) son la secuela de diversos factores a nivel biomecánico, organizacional y del medio ambiente; tienen una alta prevalencia y morbilidad, posicionándose como una de las principales causas de pérdida funcional, discapacidad y disminución de la calidad de vida. Esta condición genera una gran demanda de recursos de atención de salud y produce un gran impacto socioeconómico. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), aproximadamente 1710 millones de personas en todo el mundo tienen trastornos musculoesqueléticos y, aunque la prevalencia varía según la edad y el diagnóstico, estos afectan a personas de todas las edades en todo el mundo.

Los DME que afectan el miembro superior se caracterizan por limitar las actividades funcionales y básicas de la vida diaria, generando así una disminución en la calidad de vida de las personas; por ello, el objetivo principal de este proyecto es brindar una solución a través de la tecnología, ya que muchos países no están equipados para responder con la necesidad de este tipo de rehabilitaciones y, tampoco son tomadas como prioridad, lo que da como resultado que, muchas personas no tengan acceso a estos servicios, provocando agravamiento en sus enfermedades y dejando consecuencias de por vida. De esta manera, mediante la ayuda tecnológica, se pretende diseñar un aplicativo móvil que permita la intervención en pacientes que presentan una afectación a nivel osteomuscular en los miembros superiores, considerando que este tipo de terapia se podrá manejar desde casa, bajo la supervisión de profesionales de la salud como fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales a cargo de estos tratamientos.

Esta investigación busca promover la parte funcional en el desempeño de las actividades de la vida diaria (AVD) de las personas, resaltando que se incluye el tratamiento guiado para un buen proceso rehabilitador; además, se atendió las necesidades identificadas en la comunidad, donde se evidenció la dificultad para la asistencia a terapias; por ello, se plantea una salida desde un ámbito tecnológico, proporcionando a los usuarios mayor accesibilidad, pues se parte de la perspectiva de que hoy por hoy, el celular es de uso mundial. Para poder llevar a cabo esta investigación se tomó un enfoque interdisciplinario donde se fusionaron profesionales de la salud (fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales) e ingenieros de sistemas.

Así, se maneja una metodología de desarrollo tecnológico denominada *Scrum*, de trabajo ágil, flexible, eficaz y adaptable, que permite el desarrollo de productos de software, la cual ayuda a organizar al equipo de trabajo de modo que se logre alcanzar los objetivos en común. Su principal característica es satisfacer las necesidades del cliente mediante la buena comunicación, responsabilidad, trabajo en equipo y progreso continuo. En cuanto a la metodología empleada desde los programas de salud, se tomó un paradigma cuantitativo con enfoque empírico analítico, ya que inicialmente se hizo una revisión bibliográfica de diferentes estudios e investigaciones que se posicionan como base en la creación de lo que es el protocolo de rehabilitación.

Desarrollo

Ordoñez et al. (2016) refieren que los DME son causados por trabajos fatigantes que implican posturas prolongadas, mantenidas y forzadas, con pocas posibilidades de cambio, por fuera de los ángulos confortables o, en desequilibrio, con bases de sustentación inestables o vibratorias, por levantamiento, manipulación de cargas y movimientos repetidos; por ello, a nivel laboral estos desórdenes se presentan como las principales enfermedades padecidas por los trabajadores en diferentes sectores. Castellanos et al. (2017) mencionan que, en Colombia, el 40 % de todas las afecciones de origen ocupacional afectan a los miembros superiores, lo que representa un 47,4 % de todas las enfermedades de origen laboral, ocasionando así una disminución de la capacidad funcional en las personas y, limitando el desempeño en la realización de las AVD, entendiendo estas como todas aquellas actividades cotidianas que nos proveen un bienestar, como, por ejemplo, comer, bañarse, vestirse, entre otras.

En este sentido, para poder tratar los padecimientos osteomusculares se debe tener en cuenta cuáles son los más prevalentes. El Ministerio de Salud (Minsalud, 2020) expresa que, durante los años 2018 y 2019 fueron registradas seis enfermedades laborales que corresponden a DME de miembro superior, destacando en mayor proporción los diagnósticos de síndrome de túnel carpiano, síndrome de manguito rotador, bursitis del hombro, tendinitis de flexo extensores de muñeca, tenosinovitis de Quervain y, en menor proporción, tendinitis de bíceps y epicondilitis medial y lateral. Por ello, en el desarrollo de esta investigación, para la creación de los protocolos de rehabilitación se atendió las patologías de más prevalencia, dentro del grupo de enfermedades mencionado, las cuales fueron: pinzamiento subacromial a nivel hombro, epicondilitis medial y lateral a nivel codo y en muñeca túnel del carpo y tendinitis de Quervain.

Por otra parte, la asistencia a terapias es un limitante, pues no siempre las personas cuentan con la posibilidad económica o con el tiempo necesario, lo cual genera que la terapia no sea constante, afectando así el pronóstico en cada paciente, razón por la que se busca brindar una solución, haciendo uso de dispositivos tecnológicos accesibles a toda la población. Leveque (2019) refiere que, en la actualidad se conoce un sistema de rehabilitación de la función motriz, basado en la realidad virtual (RV) con el cual, “a través de la variedad de ejercicios que propone, está



diseñado para mejorar la precisión de movimiento, coordinación visual-motora, movilidad articular, fuerza y resistencia de los músculos de los miembros superiores y de la columna vertebral” (p. 17).

Sin embargo, este tipo de dispositivos no es accesible a toda la comunidad, pues se habla de consolas de altos costos por lo que, conseguir el producto se presenta como una barrera frente a la población que no tiene un buen sustento económico que le permita su adquisición. A partir de esto, se plantea la estrategia de reemplazar esas consolas por el teléfono celular, ya que este dispositivo móvil permite que el acceso a la terapia sea más fácil y, además, ayuda a abarcar una mayor población en su utilización.

De esta forma, para la creación de la aplicación, en lo que corresponde a la elaboración de los protocolos de rehabilitación a nivel de terapia ocupacional se hizo como primer momento, una base de datos donde se recopiló otras investigaciones que proporcionaron información sobre metodologías empleadas para la rehabilitación de miembro superior en las patologías señaladas. Estos estudios también proveían una serie de resultados, los cuales permitieron identificar algunas actividades y procedimientos tecnológicos y no tecnológicos que usaron en la intervención de estas enfermedades osteomusculares. En cada estudio se evidenciaba la viabilidad en el uso de esos procesos de rehabilitación; por consiguiente, se llevó a cabo el análisis de información, con un sondeo en el cual se dejó únicamente aquellos estudios que incluyeran protocolos de rehabilitación centrados en las AVD, pues se tuvo en cuenta que, dentro de los objetivos de este proyecto, se pretende rehabilitar en función de la mejora en el desempeño de estas.

Seguidamente, se inició el diseño del protocolo de rehabilitación, el cual fue dividido en tres fases: aguda, crónica y de mantenimiento, creadas con el objetivo de ubicar a los usuarios según la gravedad. Dentro de cada una se incluyó un ítem llamado ‘Re-entrenamiento de AVD’, orientado a la preparación y rehabilitación en su desempeño, donde solo se tuvo en cuenta las acciones de: bañarse, vestirse, comer, realizar higiene personal y arreglar, que se posicionan como las principales en la supervivencia del ser humano. Así, a cada una se le asignó una serie de actividades con propósito, las cuales fueron estructuradas de tal forma que le permitieran al usuario, la mejora durante su proceso de rehabilitación.

También se tuvo en cuenta los patrones funcionales empleados para realizar cada acción, por lo que se proveyó una etapa de calentamiento, en donde se les pidió que realizaran estos movimientos antes de cada actividad; además, se les brindó una serie de aditamentos, los cuales, de ser requeridos, permitirían una mejor funcionalidad durante la intervención. Cabe resaltar que para cada fase se elaboró una serie de recomendaciones, con el fin de que la actividad se llevase a cabo correcta y completamente, para obtener resultados satisfactorios para los usuarios y para los profesionales implicados en el desarrollo del aplicativo.

De igual manera, en el diseño de los protocolos de intervención de fisioterapia se tuvo como unidad de análisis, artículos buscados en bases de datos que permitieron la recopilación de información y el desarrollo de los protocolos de rehabilitación,



enfocados en las patologías más prevalentes; es decir, pinzamiento del manguito rotador, epicondilitis medial y lateral, tenosinovitis de Quervain y síndrome del túnel carpiano, que se caracterizan por tener mayor índice de discapacidad y pérdida de la funcionalidad; por ende, el sistema musculoesquelético se ve afectado por la presencia de dolor, conllevando la disminución de movilidad articular, fuerza muscular y flexibilidad. Por lo tanto, el enfoque de los protocolos se basa en las alteraciones que pueden ir apareciendo con el tiempo, en cuanto que el aplicativo móvil tendrá una división de fases de intervención, como la fase aguda y crónica, adaptando así una serie de ejercicios enfocados a contribuir de forma positiva a la condición de salud de la persona.

El trabajo de terapia ocupacional va en conjunto con el de fisioterapia, al promover el normal funcionamiento del miembro superior ante algún tipo de disfunción o lesión osteomuscular con relación a la búsqueda, donde se puede evidenciar efectos positivos del uso de medios tecnológicos que favorecen la intervención de rehabilitación en diferentes campos y áreas en las que se desempeña el fisioterapeuta, de modo que estas son estrategias dirigidas a buscar el bienestar y mejorar la condición de salud por medio del desarrollo de nuevas herramientas que contribuyan al proceso de intervención de una forma innovadora y eficaz.

Finalmente, en cuanto a la creación de la aplicación móvil, se hizo uso de la metodología *Scrum*, cuya principal característica es satisfacer las necesidades del cliente mediante la buena comunicación, responsabilidad, trabajo en equipo y progreso continuo. Existe una serie de roles de las personas que conforman el proyecto, quienes se van a encargar de distintas tareas que son reportadas mediante bitácoras que ayudarán a realizar un seguimiento del progreso que se tendrá cada semana, el cual será presentado al cliente. Esta metodología tiene una serie de fases dentro de su proceso, como se puede apreciar en la Figura 1; con esto el cliente no tendrá solo documentación, sino una versión operativa del software.



Figura 1

Funcionamiento de un proyecto interactivo e incremental



Fuente: ALM, Estrategias de futuro (2023).

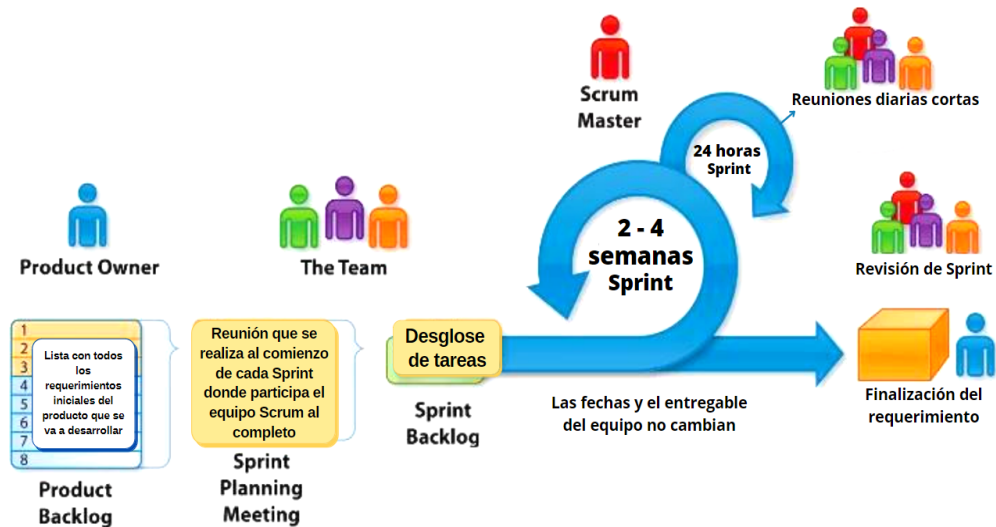
Como se puede observar, esta metodología cuenta con cinco fases que serán de prioridad al momento de comenzar a desarrollar el software:

- **Fase 1:** Iniciación. Se desarrolla la visión del proyecto que servirá de enfoque y dirección del mismo, se creará e identificará roles que son claves y, se definirá la lista de prioridades que servirán de base dentro del proyecto.
- **Fase 2:** Planificación y Estimación. Se define a través de los *sprints*, las historias de los usuarios, donde se alineará todo lo que tiene valor; se calcula el tiempo y el esfuerzo que tomará cumplirlas. En conclusión, son listas de tareas que serán repartidas entre el equipo de trabajo.
- **Fase 3:** Implementación. Se trabaja en las tareas del *sprint*, utilizando un *Scrum Board*, que trata de hacer un seguimiento a los trabajos y actividades que se está ejecutando; se tiene en cuenta las dificultades que está presentando el equipo durante esta fase. Se hace reuniones de seguimiento donde se da a conocer el estatus de las actividades diarias y se manifiesta cualquier inconveniente que se pueda tener, para lograr dar soluciones y poder cumplir los objetivos.
- **Fase 4:** Revisión y Retrospectiva. Se realiza reuniones que permiten discutir y revisar los avances e impedimentos que hayan surgido en el desarrollo del proyecto. Se presenta los avances efectuados y los *sprints* que fueron terminados dentro del proceso.
- **Fase 5:** Lanzamiento. Una de las fases más esperadas del proyecto, en la cual se realiza el entregable de los avances que fueron registrados dentro de la primera fase; también se hace retroalimentaciones que permitan identificar las enseñanzas aprendidas.

Este tipo de metodología es un proceso muy ágil, que da la posibilidad a los desarrolladores de entregar el producto en el menor tiempo posible, gracias a la eficiencia de unos roles y tiempos establecidos, como se puede observar en la Figura 2.

Figura 2

Distribución, papel de los diferentes roles y tiempo empleado



Fuente: Code Hoven (2018).

El objetivo de seguir este modelo conlleva obtener resultados eficientes dentro del proceso, ya que cada uno de los roles tiene una tarea definida, como:

- **Product owner:** procura maximizar el valor del producto que fue entregado por el equipo, cuyo principal objetivo es desarrollar el producto correctamente; contará con grandes responsabilidades, como gestionar el orden de las listas de requerimientos.
- **Scrum master:** se asegura que el equipo de desarrollo trabaje adecuadamente, cumpliendo el requerimiento que le fue designado; ayuda a personas externas a entender las interacciones que pueden ser de ayuda para el grupo de desarrollo.
- **The Team:** suele estar conformado por un grupo de trabajo de tres a nueve personas, incluyendo al *Scrum master* y *Product owner*; cada uno tiene roles y responsabilidades diferentes por cumplir correctamente para alcanzar resultados.
- **Product backlog:** es una lista de requerimientos que se ordena por prioridad para el equipo de desarrollo, mostrando los elementos más importantes al inicio de ella.
- **Sprint Planning Meeting:** se trata de una reunión que se efectúa al inicio de cada *sprint*, donde participa todo el equipo *Scrum*, con la finalidad de inspeccionar el *backlog* y que el equipo de desarrollo seleccione los *product backlog* en los que va a trabajar durante el *sprint*.



Acorde al tiempo, esta metodología trabaja cada *sprint* o requerimiento en una duración de dos a cuatro semanas, con una corta reunión de no más de 15 minutos cada día, entre el *Scrum Master* y el equipo de desarrollo, con la finalidad de mostrar los avances y los inconvenientes presentados al realizar el *sprint*. Es necesario tener en cuenta las diferentes herramientas que se utilizará para el desarrollo del proyecto, como:

- **Android Studio:** es un software que ofrece herramientas y servicios con el que las personas pueden diseñar aplicaciones móviles para el sistema operativo de Android; cuenta con un entorno de desarrollo integrado (IDE) que permite realizar diferentes actividades, como: simular, analizar y ejecutar los desarrollos que se está implementando; maneja una interfaz sencilla, ya que es bastante visual, convirtiéndose en software fundamental para el desarrollo del proyecto.

Conclusiones

Con la colaboración de las disciplinas de Fisioterapia y Terapia Ocupacional se desarrolló un protocolo de rehabilitación que ayuda al mejoramiento y prevención de problemas osteomusculares, a través de ejercicios de recuperación y AVD que dan soporte a una mejora más funcional.

A través del conocimiento en las áreas de salud e ingeniería, se logró implementar una conexión entre estas disciplinas, que ayuda a brindar solución a la recuperación y mejora de patologías osteomusculares de miembro superior.

Mediante diferentes herramientas se pudo obtener información relevante que sirve de apoyo para dar solución a afecciones osteomusculares de miembro superior a través de un dispositivo móvil.

Se construyó un aplicativo móvil que brinda una solución a las problemáticas osteomusculares del presente proyecto mediante herramientas tecnológicas.

Referencias

- ALM, Estrategias de futuro. (2023). Scrum, gestión ágil de proyectos I. <https://www.blmovil.com/scrum-gestion-agil-de-proyectos-i/>
- Castellanos, H. F., Martínez, Á, P., Pinilla, D. y Zehr, A. G. (2017). *Limitaciones funcionales de miembros superiores y sus factores asociados en odontólogos docentes de la Universidad Santo Tomás Floridablanca 2016* [Tesis de Pregrado, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/10204>.
- Code Hoven. (2018). Proceso o método de desarrollo Scrum. <https://www.codehoven.com/metodo-de-desarrollo-scrum/>



- Leveque, M. (2019). *Efectividad de un sistema de realidad virtual en relación con las actividades básicas de la vida diaria, las habilidades motoras funcionales y la calidad de vida en pacientes jóvenes con distrofia muscular de Duchenne* [Tesis de Pregrado, Universidad de Vic]. http://repositori.uvic.cat/bitstream/handle/10854/5967/trealu_a2019_leveque_mathilde_efectividad_sistema_realidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Salud (Minsalud). (2020). Programa de vigilancia epidemiológico para la prevención de los desórdenes musculoesqueléticos. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/SIPLAG/PROGRAMA-VIGILANCIA-EPIDEMIOLOGICO-DESORDENES-MUSCULO-ESQUELETICOS.pdf>
- Ordoñez, C. A., Gómez, E. y Calvo, A. P. (2016). Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 6(1), 24-30.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). Trastornos musculoesqueléticos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Tolosa, I. (2015). Riesgos biomecánicos asociados al desorden musculoesquelético en pacientes del régimen contributivo que consultan a un centro ambulatorio en Madrid, Cundinamarca, Colombia. *Revista Ciencias de la Salud*, 13(1), 25-38. <http://dx.doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.02>