

Efectos de la musicoterapia en la ejercitación de adultos mayores a través de un dispositivo multimedial

Effects of music therapy on the exercise of elderlies through a multimedia device

J. Chanchicocha¹, D. Chango [0000-0001-7005-933X], L. Cueva¹, E. Guanín¹, P. Mena¹

RESUMEN

En los últimos años, la musicoterapia ha demostrado ser una estrategia eficaz que brinda beneficios a nivel cognitivo, físico y emocional para los adultos mayores. En esta investigación se estudian los efectos de la música en la motivación y rendimiento durante la ejercitación terapéutica por periodos cortos de tiempo, en adultos mayores. Con este propósito, se implementa un sistema multimedial conformado por un módulo que permite la selección de música/video y su reproducción mientras el participante pedalee en una bicicleta adaptada, un módulo de censado del pedaleo, y un módulo que gestiona los tipos de terapia registrados por el fisioterapeuta. Para probar nuestra propuesta se realizó un experimento en el que se contó con la participación de 11 adultos mayores voluntarios quienes realizaron dos sesiones de ejercicio (cada una en diferentes condiciones), en la primera sesión no usaron el sistema multimedial desarrollado (de forma “tradicional”), mientras que en la segunda sesión si lo hicieron. En ambas condiciones se registró el estado de ánimo de los participantes antes y después de la sesión de ejercicio para realizar un análisis comparativo de la variación de este indicador. Además, se midió la satisfacción del usuario con el uso del sistema. Los resultados obtenidos muestran que la experiencia de los pacientes y su motivación mejoran durante y después del ejercicio, al igual que su rendimiento físico y su atención durante los ejercicios, esto demuestra que el uso de la música o video combinada con la terapia física utilizando una bicicleta estática puede resultar muy beneficiosa para mejorar su estado de salud.

Keywords: Terapia física, música, video, motivación, rendimiento físico, estado de ánimo, sistema multimedial, fisioterapia, musicoterapia.

Abstract

In recent years, music therapy has proven to be an effective strategy that provides cognitive, physical, and emotional benefits for elderlies. This research studies the effects of music on motivation and performance during therapeutic exercise for short periods of time, in elderlies. For this purpose, a multimedia system is implemented consisting of: i) a module that allows the selection of music/video and its reproduction while the participant pedals on an adapted bicycle, ii) an embedded census module that perceives their pedaling, and iii) a module that allows managing the types of therapy registered by the physiotherapist to be developed. Eleven elderly volunteers were selected to carry out the exercise sessions at the Estupiñán Institute in the city of Latacunga, Ecuador. Each participant performed two exercise sessions (each under different conditions), in the first session they did not use the developed multimedia system (in a “traditional” way), while in the second session they did. In both conditions, the mood of the participants was recorded before and after the exercise session to perform a comparative analysis of the variation of this indicator. Finally, user satisfaction with the use of the system was measured. The results obtained show that the experience of the patients and their motivation improve during and after exercise, as well as their physical performance. In addition, it was noted that the attention of elderlies in their exercises improved significantly and that the use of music or video combined with physical therapy using a stationary bicycle can be very beneficial to improve their health status.

Keywords: Physical therapy, music, video, motivation, physical performance, mood, multimedia system, physiotherapy, music therapy

¹ Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga
{jchanchicocha, dbchango, ldcuenca, egguamin, pomena} @espe.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

La actividad física es muy importante en la vida de las personas, sin importar la edad que tengan ya que contribuye de forma positiva en su salud física y psicológica previniendo el deterioro de las funciones musculares [1]. El sistema locomotor tiende a deteriorarse con el paso del tiempo y la falta de ejercicio, aspecto que puede producir problemas de movilidad en edades avanzadas e incluso lesiones [2]. Se ha demostrado que un 9 % de muertes prematuras pueden atribuirse a la falta de ejercicio. El ejercicio realizado regularmente puede ayudar a disminuir el riesgo del desarrollo de enfermedades crónicas, incluyendo afecciones cardiovasculares, diabetes, insuficiencia respiratoria crónica, cánceres, etc. Además, la combinación de ejercicios aeróbicos y anaeróbicos ha resultado ser la mejor forma de reducir la masa grasa y la resistencia a la insulina, mejorar la masa muscular, la densidad mineral ósea y la fuerza, siendo ampliamente usada para tratar problemas de movilidad causados por lesiones o la edad [3]–[5].

En edades avanzadas el ejercicio no deja de ser importante debido a que contribuye en la preservación de la salud física y psicológica. Sin embargo, existen algunos factores que dificultan que los ancianos se ejerciten, siendo la motivación uno de los más importantes. La falta de motivación de los ancianos al realizar ejercicio es un problema muy frecuente, por lo que se han realizado diferentes estudios en los que se propone el uso de distintas técnicas y métodos para enfrentar esta situación, como el empleo de la realidad virtual, música, podcasts y videos con el objetivo de que los pacientes tengan una mejor experiencia y se fidelicen con estas actividades en su día a día [6]–[9]. La música ha demostrado tener efectos positivos en el humor y comportamiento en términos de ansiedad, agitación e irritabilidad [10], además, su uso durante la realización de ejercicio en pequeños periodos de tiempo ha mejorado el rendimiento físico de los pacientes, al igual que su experiencia en estas actividades [11], [12].

Este trabajo estudia los efectos de utilizar una herramienta de soporte para motivar a los ancianos en sus sesiones de ejercitación terapéutica, con la combinación de terapia musical y el uso de una bicicleta estática, a través de una aplicación de escritorio. El sistema que se propone en este trabajo permite la reproducción de música o video mientras un usuario pedalea sobre una bicicleta estática previamente adaptada ofreciéndole una experiencia agradable y un incentivo para continuar escuchando o viendo el recurso en reproducción. Para determinar el impacto del uso del sistema propuesto se realizó una encuesta a un grupo de voluntarios cuyos resultados se utilizaron para medir su nivel de satisfacción y su rendimiento en dos escenarios distintos (con y sin el uso del sistema).

El resto de este artículo se está organizado de la siguiente manera. La sección 2 es una revisión corta de trabajos relacionados. La sección 3 describe los métodos y técnicas que se emplearon para construir nuestra propuesta. La sección 4 expone los resultados y la discusión. Finalmente, la sección 5 concluye este trabajo.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Los efectos psicológicos de la música durante el ejercicio se han estudiado ampliamente, demostrando efectos ergogénicos al mejorar la capacidad de trabajo de los deportistas [13]. Así también, el ejercicio puede ser beneficioso en la realización de actividades específicas como la caminata y el ciclismo. La música es empleada frecuentemente para complementar la actividad física tratando de mejorar la concentración, el disfrute y el rendimiento de los deportistas. Se han llevado a cabo varios estudios como [14], [15] en los que se observó que la música, así como el video con la música producen mejores resultados en cuanto al mejoramiento de los sentidos de disfrute y placer, así como del rendimiento de las personas poco activas antes, durante y después del ejercicio.

Para los ancianos, el ejercicio ya no es una actividad atractiva por varias razones, entre ellas la dificultad que su ejecución involucra debido al desgaste de su sistema locomotor y el malestar que este involucra. Sin embargo, el ejercicio no deja de ser importante para conservar la salud de los ancianos, así como en la rehabilitación. Se han llevado a cabo varios trabajos para identificar los beneficios de la actividad física en los adultos mayores, como en [16] en donde se estudió su efecto sobre el control del equilibrio. En este mismo sentido en [17] se observó el incremento de la capacidad aeróbica de los ancianos, así como la mejora de su calidad de vida. Por otro lado, en [18] se estudia el impacto que tiene el ejercicio combinado con la música en las funciones cognitivas de los ancianos, demostrando que esta combinación puede servir como entrenamiento cognitivo y físico.

Con el fin de mejorar la participación de los adultos mayores en actividades físicas es importante abordar aspectos como la motivación, que puede producir el abandono o desinterés de la actividad física. Por lo que en la literatura se propone el uso de videojuegos [19], realidad aumentada [20], música [13], video [15], etc. De esta forma se trata de mantener motivados a los ancianos durante sus ejercicios, incrementando su intensidad y su diversión. Sin embargo, la implementación y mantenimiento de este tipo de sistemas resultan ser costosos por lo que las organizaciones sin ánimo de lucro no pueden acceder a ellos fácilmente.

Nuestra propuesta toma en cuenta las limitaciones económicas de algunas entidades (fundaciones, instituciones públicas, organizaciones sin ánimo de lucro, etc.), de manera que desarrollamos un sistema de bajo costo que pretende motivar a los ancianos a hacer ejercicio, empleando la música y/o video en combinación con una bicicleta estática.

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1 Construcción del sistema

El sistema propuesto ha sido desarrollado en .NET framework y su base de datos en SQL Server de Microsoft. Esta aplicación pretende ser utilizada como una herramienta para fisioterapeutas que gestionen la información de su área y motivar a sus pacientes a realizar ejercicio en una bicicleta estática a través de la reproducción de archivos multimedia de música y video. Los formatos soportados por el sistema son todos aquellos que son compatibles

con el reproductor de medios de Windows, incluyendo MPEG, AVI, MP4 y WAV (formatos de audio y video), además de MP3 y M3U (formatos de audio).

El esquema funcional de la aplicación de escritorio se muestra en la Fig. 1, en la que podemos identificar dos de los módulos principales: a) El controlador de video y audio, el cual estará encargado de reproducir o pausar el audio/video mientras el usuario pedalee en la bicicleta estática, b) El módulo de sensado, el cual estará encargado de censar el pedaleo del usuario en tiempo real. Podemos encontrar el código, así como los instaladores de la aplicación en <https://github.com/KryzAle/Registro-Terapeutico>.

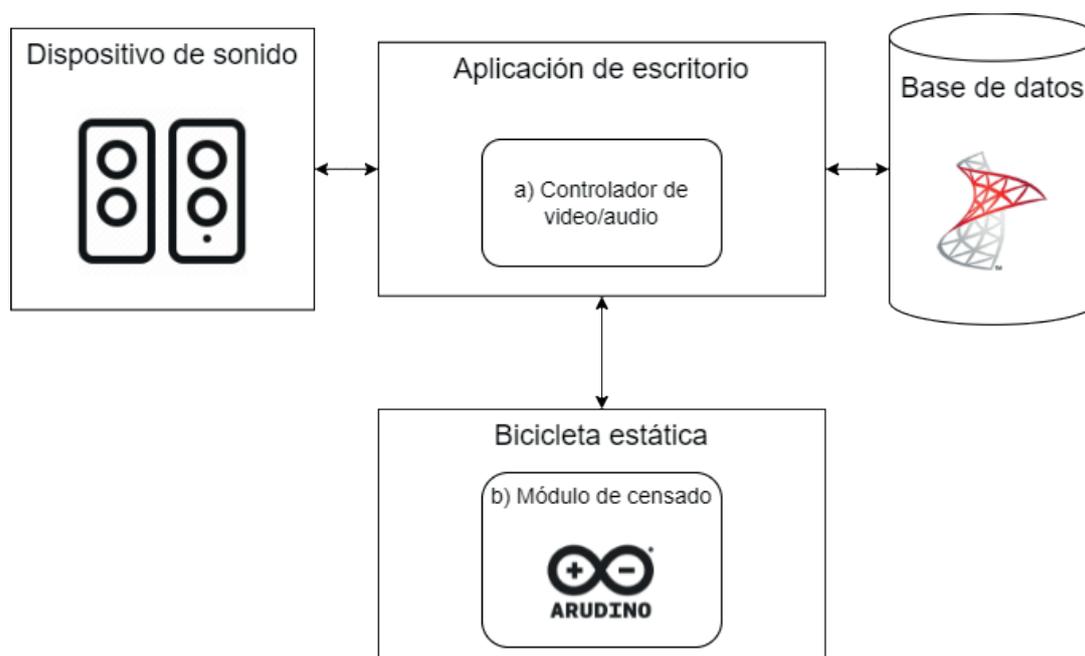


Fig. 1: Esquema funcional del sistema propuesto: a) controlador de audio/video, b) sensor de la bicicleta.

3.2 Reproducción de video/audio

El principal objetivo de este sistema es la motivación de sus usuarios (en este caso los ancianos) reproduciendo música mientras realicen sus ejercicios terapéuticos. Este módulo se encarga de controlar la reproducción del audio y/o video que el paciente le haya indicado al fisioterapeuta (preferencia del paciente) antes de iniciar su sesión de ejercicio. Al iniciar la sesión de ejercicio comenzará la reproducción del recurso seleccionado.

Para que la reproducción se mantenga activa el paciente deberá pedalear en la bicicleta estática (siendo su resistencia la que determine la continuidad de la reproducción del recurso multimedia), la que cuenta con un módulo de sensado que se encargará de enviar una señal través de

bluetooth a la aplicación de escritorio. La aplicación de escritorio actualizará el valor de la señal con la información recibida del módulo de sensado, esta señal será comprobada de forma iterativa durante la reproducción del video. En caso de que la señal censada indique un valor de “2” la reproducción se pausará, por el contrario, si esta señal indica un valor de “1” la reproducción se reanudará. Finalmente, si el recurso se leyó completamente la sesión terminará. La Fig. 2 muestra el flujo de este proceso.

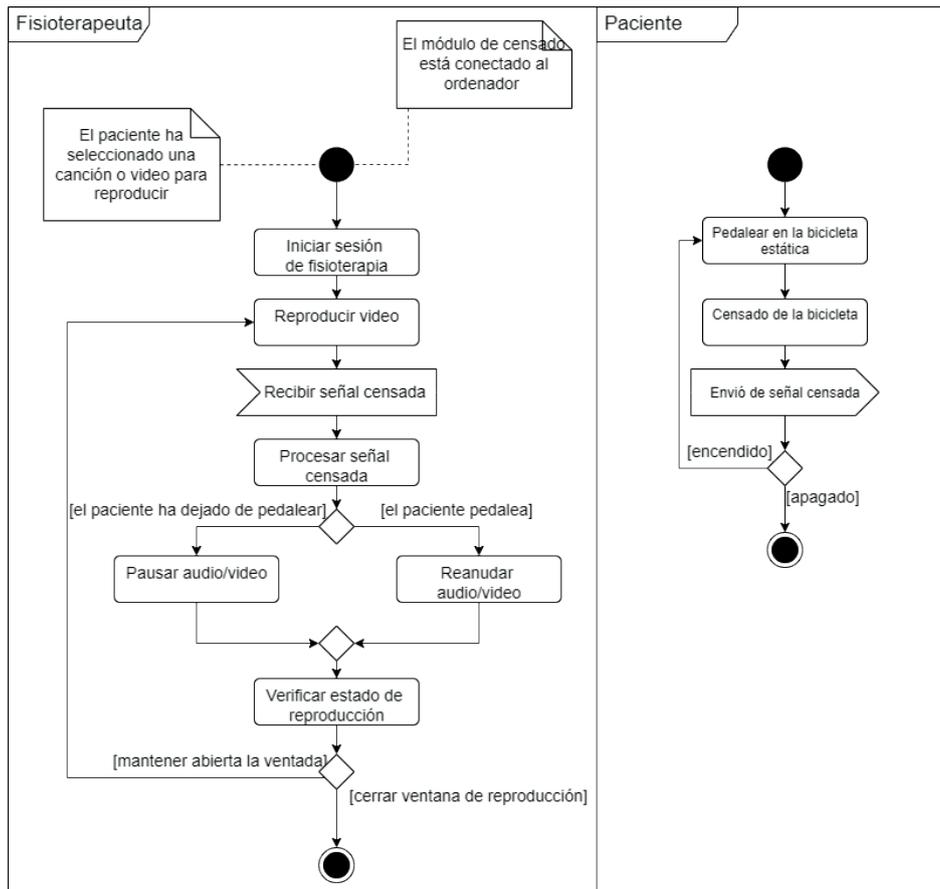


Fig. 2: Diagrama de actividades: Reproducción de video.

En la Fig. 3 se muestra el resultado de la ejecución de este módulo, en a) y b) podemos ver la reproducción y pausa de audio y video respectivamente.

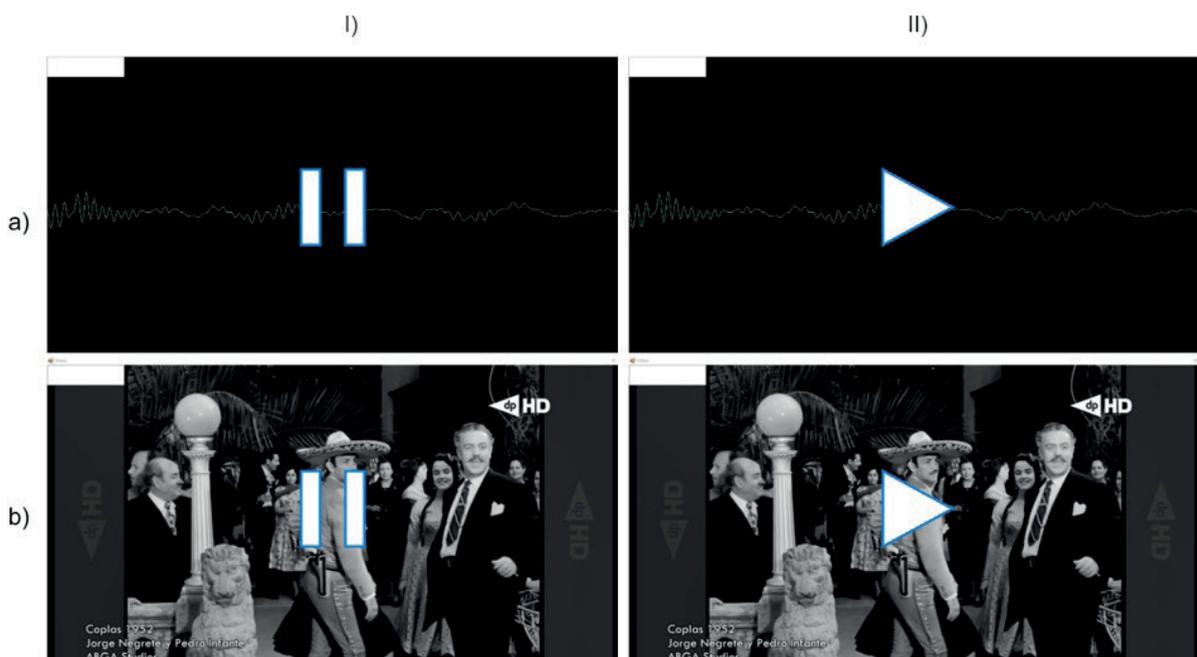


Fig. 3: Ejecución del módulo de reproducción de audio/video: a) Música, b) Video.

3.3 Módulo de censado de la bicicleta

La electrónica se encuentra en la mayoría de los componentes que utilizamos día a día y la existencia de herramientas de desarrollo como Arduino [21] ha facilitado enormemente la creación de nuevos dispositivos con distintas aplicaciones. En nuestro sistema contamos con un módulo que es instalado en una bicicleta estática para censar las cantidad de veces que el paciente pedalea, utilizando un sensor fotoeléctrico montable E18-D80NK con una distancia de censado de 30 mm, un dispositivo bluetooth HC-05 se utiliza para enviar la información recolectada por el sensor, y además contamos con una pantalla en la que podemos observar cuántas veces se pedaleó y la distancia recorrida en kilómetros, esta última se calcula utilizando el tiempo que el usuario permaneció pedaleando. En el carril “paciente” del diagrama de la Fig. 2 se describen las actividades que lleva a cabo el módulo de censado, (las que inician al encenderlo) de forma iterativa la información censada se enviará al módulo de reproducción de video/audio para ser procesada y reanudar o pausar el recurso seleccionado por el usuario.

3.4 Preferencias de usuario

La personalización de las opciones permitirá que las sesiones de ejercicio del paciente sean más agradables. Previo el inicio del ejercicio el paciente podrá seleccionar una de sus preferencias guardadas. Para registrar las preferencias del paciente será necesario que se seleccione el paciente para quien se agregará la preferencia, un nombre para la preferencia y la ruta del archivo multimedia de audio/video dando clic sobre el botón “seleccionar”, este formulario se presenta en la Fig. 4.

Fig. 4: Formulario para el registro de las preferencias del paciente

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se hizo un muestro probabilístico para conformar un grupo de la población objetivo, adultos mayores alojados en el Centro Gerontológico Instituto Estupiñán de la ciudad de Latacunga, Ecuador, tomando en cuenta las capacidades físicas de los pacientes. Se eligieron a 11 participantes en un rango de edades de 50 a 80 años, 6 son hombres y 5 mujeres, quienes utilizaron el sistema propuesto. Cada participante hizo sus ejercicios en un periodo de tiempo de 2 a 6 minutos (dependiendo de la duración de la canción o video) en dos modalidades distintas: en la primera utilizaron solamente la bicicleta estática sin ejecutar ninguno de los módulos del sistema propuesto, por el contrario, en la segunda modalidad utilizaron la bicicleta estática junto con todo el sistema en funcionamiento (es decir que el módulo embebido en la bicicleta y el módulo reproductor de música/video estarán activos).

El análisis, así como la ejecución de las encuestas se hizo con la ayuda de la responsable encargada del área de fisioterapia. Se diseñó una encuesta en la que se plantearon tres preguntas de selección (Tabla 1) para determinar el estado emocional de los participantes antes y después de su sesión de ejercicio terapéutico, además de su satisfacción; cada pregunta tiene cinco opciones de respuesta en un intervalo de 1 a 5, siendo 1 muy insatisfactorio y 5 muy satisfactorio.

Tabla 1
Preguntas de la encuesta

Nº	Pregunta	Descripción
1	¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor su estado emocional?	Antes de utilizar la bicicleta estática
2	¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor su estado emocional?	Después de utilizar la bicicleta estática
3	¿Qué tan satisfecho está con el uso de la bicicleta?	Después de terminar la sesión de ejercicios

La Fig. 5 muestra la variación del estado de ánimo del paciente cuando no utiliza la aplicación propuesta, la línea azul y roja pertenecen a los resultados previos y posteriores al ejercicio respectivamente. El valor del estado emocional máximo alcanzado es de 3 (es decir neutral). No existe una diferencia significativa en el estado de ánimo de los participantes, en la mayoría de los casos esta variable permanece constante.

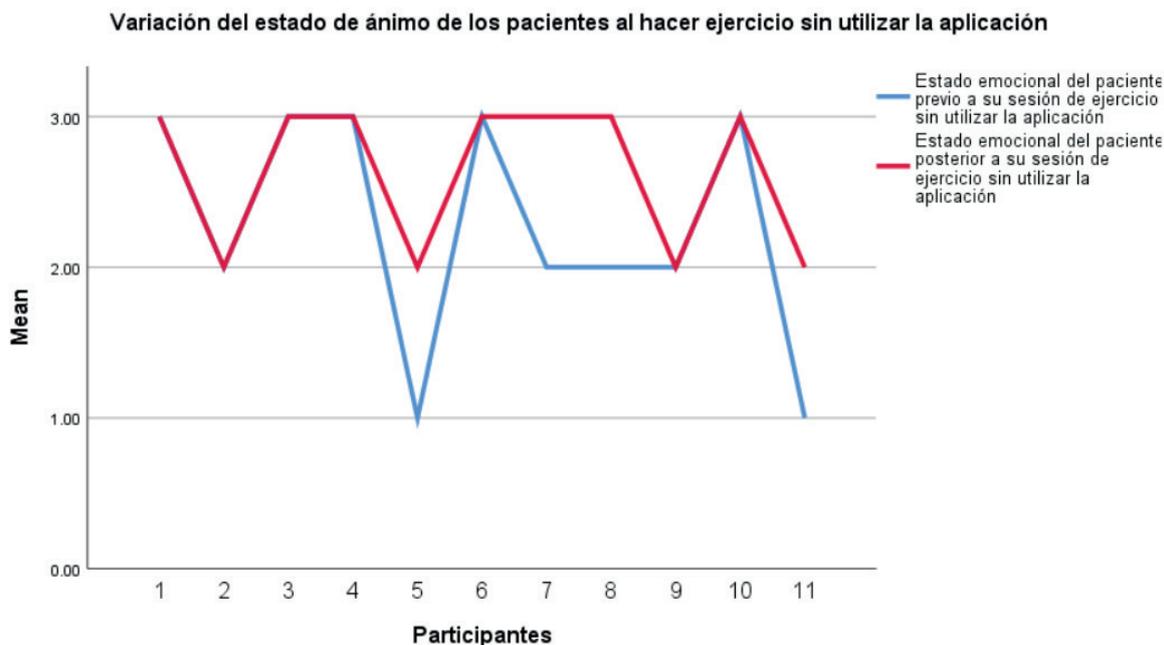


Fig. 5: Variación del estado de ánimo de los pacientes al hacer ejercicio sin utilizar la aplicación.

La Fig. 6, por otro lado, muestra los resultados obtenidos al utilizar la aplicación propuesta. La variación del estado emocional en este caso es más significativa de la que se observa en la Figura 6, alcanzando un puntaje máxi-

mo de 4 (es decir satisfactorio) luego de la actividad física. Solamente dos pacientes (8 y 9) mantienen un estado de ánimo constante.

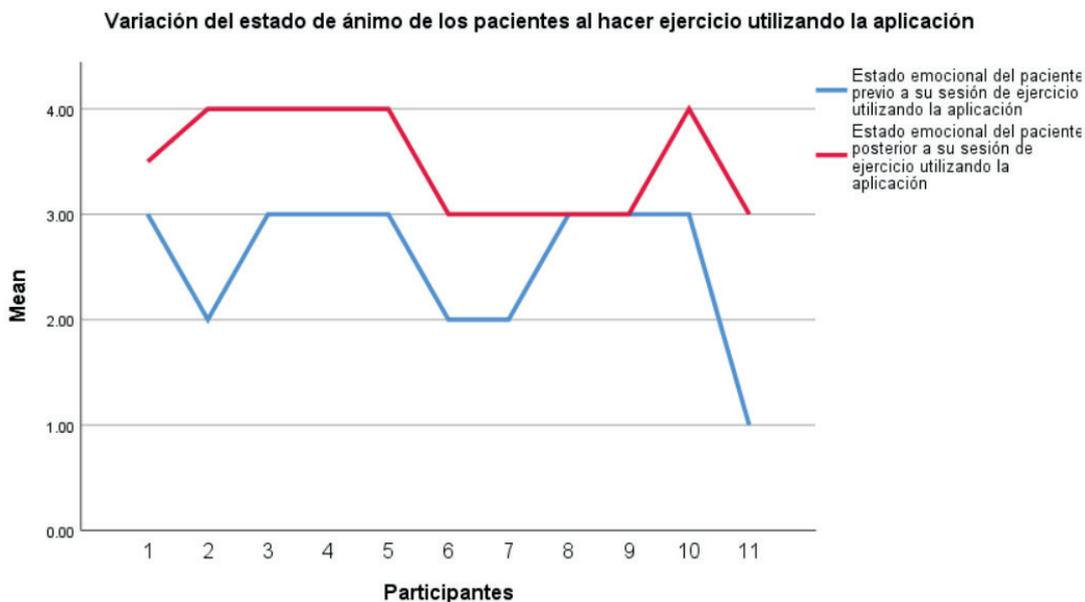


Fig. 6: Variación del estado de ánimo de los pacientes al hacer ejercicio utilizando la aplicación

El tiempo promedio que los participantes permanecieron haciendo ejercicio aumentó como podemos ver en la Fig. 7, del total de pacientes que participaron en este estudio, a) 8 que corresponden al 72.7% duraron de 2 a 5

minutos, b) por otro lado 5 que corresponden al 45.5% y 4 que corresponden al 36.4% duraron de 2 a 5 minutos y 6 o más respectivamente.

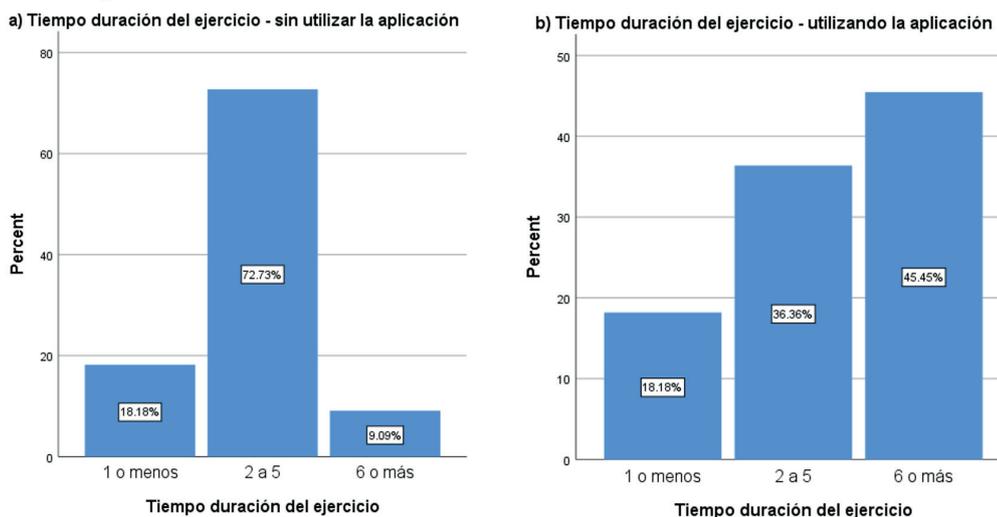


Fig. 7: Duración del ejercicio: a) Tiempo de duración del ejercicio sin utilizar la aplicación, b) Tiempo de duración del ejercicio utilizando la aplicación

En la Fig. 8 podemos ver los resultados del grado de satisfacción de los participantes, el cual ha aumentado significativamente al utilizar el sistema propuesto de manera que en a) solamente el 18.18% de los participantes indicaron que están satisfechos, el 72.73% indicaron una calificación neutral y el 9.09% indicaron que están insatisfechos, por otro lado en b) el porcentaje de participantes que indicaron que están satisfechos se incrementó al 45.45%, el 54.55% indicó una satisfacción neutral y el 0% indicó que están insatisfechos.

Los resultados muestran que el estado emocional posterior al ejercicio, así como el tiempo de duración del ejercicio

(variable asociada con el rendimiento) han aumentado significativamente al utilizar el sistema propuesto en este trabajo. Se puede determinar que no hay una relación directa entre el tiempo que dura el paciente y su estado de ánimo al terminar su ejercicio. Sin embargo, el tiempo es importante para completar los tratamientos de fisioterapia.

Por otro lado, la medida de satisfacción está relacionada con la medida del estado emocional alcanzado al terminar la sesión de ejercicio, de manera que podemos indicar que la aplicación mejora la experiencia del usuario, así como su motivación durante y después del ejercicio.

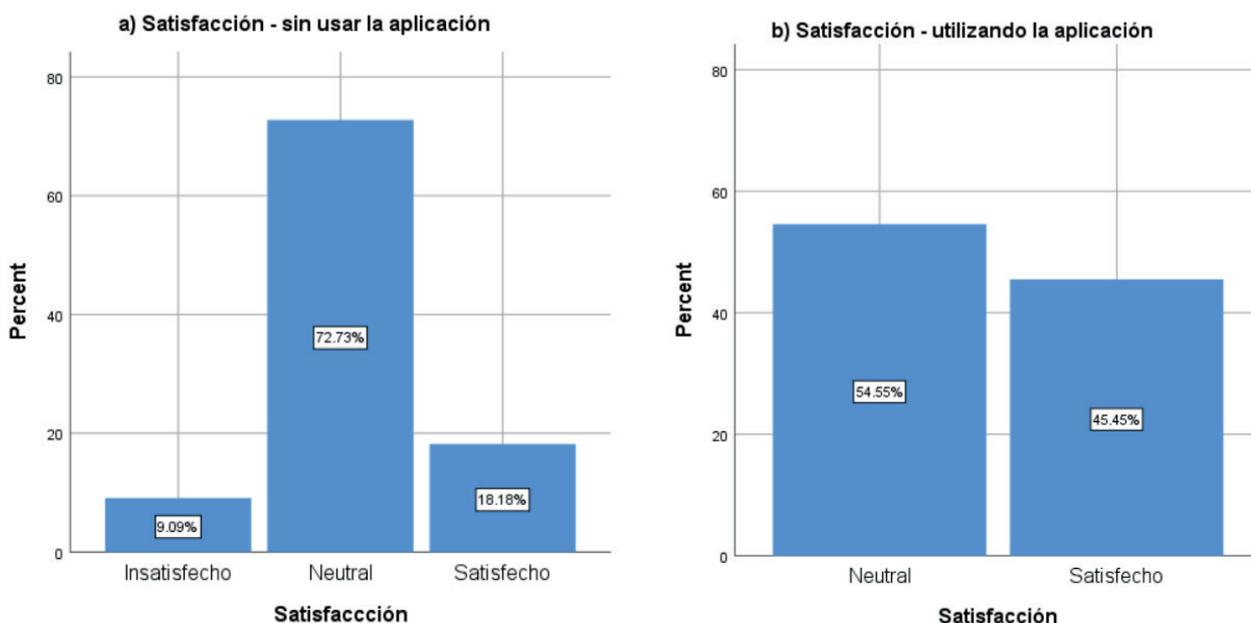


Fig. 8: Satisfacción del paciente: a) sin usar la aplicación propuesta, b) utilizando la aplicación propuesta.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se propone un sistema de bajo costo conformado por una aplicación de escritorio y un módulo embebido en una bicicleta estática, en el que se utiliza la música para motivar a los pacientes a ejercitarse. Este sistema se construyó utilizando .Net y Arduino para el desarrollo de la aplicación de escritorio y el módulo de la bicicleta respectivamente, permitiendo que los especialistas de fisioterapia puedan utilizar el sistema fácil y rápidamente. Durante la sesión de ejercicio el módulo de reproducción de audio/video se encarga de reproducir la selección del paciente mientras este se mantenga pedaleando en la bicicleta estática, si se detiene la reproducción se pausará hasta que vuelva a pedalear. Los participantes del experimento diseñado para validar este estudio ejecutaron dos sesiones de ejercicio para medir su estado emocional al finalizar cada sesión, estos datos fueron recolectados a través de encuestas.

Las pruebas realizadas se completaron exitosamente mostrando que se logró un incremento significativo en el estado emocional después de hacer ejercicio utilizando el sistema propuesto, así como un aumento en la satisfacción de uso y en el rendimiento de los participantes en esta actividad. Con esto podemos concluir que el uso de esta aproximación para complementar la ejercitación terapéutica de los adultos mayores utilizando una bicicleta estática puede ayudar a mejorar la motivación de los adultos mayores durante y después de estas actividades haciéndolas divertidas y entretenidas.

A diferencia de otros trabajos, en este se propone el uso de un sistema que facilite y agilice el uso de la música y/o video para complementar la realización de ejercicio de los adultos mayores (manteniéndolos motivados). Este tipo de tecnologías pueden beneficiar en mejorar la salud física y psicológica de los ancianos, cuyas funciones locomotoras se han degradado. Además, su implementación se puede hacer fácilmente en cualquier centro geriátrico que cuente con los elementos básicos para ponerla en marcha, sin la necesidad de adquirir equipos caros como en otros casos.

REFERENCIAS

1. E. Cadore et al., "Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians," *Age (Dordrecht, Netherlands)*, vol. 36, Sep. 2013, doi: 10.1007/s11357-013-9586-z.
2. OMS, "Envejecimiento y salud."
3. M. Cuesta Hernández and A. L. Calle Pascual, "Beneficios del ejercicio físico en población sana e impacto sobre la aparición de enfermedad," *Endocrinología y Nutrición*, vol. 60, no. 6, pp. 283–286, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2013.03.003>.
4. D. Barajas Galindo, E. Arnáiz, P. Vicente, and M. Ballesteros-Pomar, "Efectos del ejercicio físico en el anciano con sarcopenia. Una revisión sistemática," *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, vol. 68, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.endinu.2020.02.010.
5. W. Kemmler, S. Stengel, K. Engelke, L. Häberle, J. Mayhew, and W. Kalender, "Exercise, Body Composition, and Functional Ability A Randomized Controlled Trial," *American journal of preventive medicine*, vol. 38, pp. 279–287, Mar. 2010, doi: 10.1016/j.amepre.2009.10.042.
6. D. Antón, A. Goñi, A. Illarramendi, J. J. Torres-Unda, and J. S. Calvo, "Un sistema de tele-rehabilitación para personas mayores basado en Kinect."
7. S. Guillén-Climent et al., "A usability study in patients with stroke using MERLIN, a robotic system based on serious games for upper limb rehabilitation in the home setting," *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 18, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s12984-021-00837-z.
8. A. I. Corregidor-Sánchez, A. Segura-Fragoso, M. Rodríguez-Hernández, J. J. Criado-Alvarez, J. González-Gonzalez, and B. Polonio-López, "Can exergames contribute to improving walking capacity in older adults? A systematic review and meta-analysis," *Maturitas*, vol. 132, pp. 40–48, 2020, doi: 10.1016/j.maturitas.2019.12.006.
9. M. Chignell, H. Matulis, and B. Nejati, "Motivating Physical Exercise in the Elderly with Mixed Reality Experiences," *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 12203 LNCS, pp. 505–519, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-50344-4_36.
10. H. Wijk, M. Neziraj, Å. Nilsson, and E. J. Ung, "Exploring the use of music as an intervention for older people living in nursing homes," *Nursing older people*, vol. 33, no. 6, pp. 14–20, 2021, doi: 10.7748/nop.2021.e1361.
11. M. Stork, M. Gibala, and K. Ginis, "Psychological and Behavioral Responses to Interval and Continuous Exercise," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 50, p. 1, May 2018, doi: 10.1249/MSS.0000000000001671.
12. L. Jones, M. Stork, and L. Oliver, "Affective responses to high-intensity interval training with continuous and respite music," *Journal of Sports Sciences*, vol. 38, pp. 1–8, Aug. 2020, doi: 10.1080/02640414.2020.1801324.

13. C. I. Karageorghis , “Applying music in exercise and sport.” 2017. [Online]. Available: http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4622963_0
14. M. Stork, C. Karageorghis, and K. Ginis, “Let’s Go: Psychological, psychophysical, and physiological effects of music during sprint interval exercise,” *Psychology of Sport and Exercise*, vol. 45, p. 101547, 2019, doi: 10.1016/j.psychsport.2019.101547.
15. L. Jones, C. Karageorghis, and P. Ekkekakis, “Can High-Intensity Exercise Be More Pleasant? Attentional Dissociation Using Music and Video,” *Journal of sport & exercise psychology*, vol. 36, pp. 528–541, 2014, doi: 10.1123/jsep.2014-0251.
16. P. P. Perrin, G. C. Gauchard, C. Perrot, and C. Jeandel, “Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people,” *British journal of sports medicine*, vol. 33, no. 2, pp. 121–126, Apr. 1999, doi: 10.1136/bjism.33.2.121.
17. B. Abedi, A. Hajabedi, and M. Sayyah, “The effects of music and no-music aerobic exercise on aerobic capacity and quality of life of elderly men,” *Journal of Research and Health*, vol. 7, no. 6, 2017, [Online]. Available: <http://jrh.gmu.ac.ir/article-1-1322-en.html>
18. M. Satoh et al., “The effects of physical exercise with music on cognitive function of elderly people: Mihama-Kiho project,” *PloS one*, vol. 9, no. 4, pp. e95230–e95230, Apr. 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0095230.
19. T. Williams, L. Kennedy-Malone, J. Thompson, and E. C. Monge, “The effect of an exergame on physical activity among older adults residing in a long-term care facility: A pilot study,” *Geriatric Nursing*, vol. 44, pp. 48–53, 2022, doi: 10.1016/j.gerinurse.2022.01.001.
20. D. Antón, A. Goñi, A. Illarramendi, J. J. Torres-Unda, and J. S. Calvo, “Un sistema de tele-rehabilitación para personas mayores basado en Kinect”.
21. “Arduino .” <https://www.arduino.cc/> (accessed Feb. 23, 2022).