



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2023/2024

Proyecto nº 279

Desarrollo de una herramienta digital interactiva para asistir a la docencia de los contenidos de la asignatura de Métodos en Fisioterapia Musculoesquelética

Responsable del Proyecto:

Gustavo Plaza-Manzano

Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología

Departamento de Radiología, Rehabilitación y Fisioterapia

La asignatura de Métodos en Fisioterapia Musculoesquelética, dirigida a estudiantes de tercer año del Grado en Fisioterapia de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), tiene como objetivo que los alumnos adquieran competencias esenciales para aplicar correctamente técnicas específicas de fisioterapia manual y fisioterapia invasiva en el tratamiento de lesiones musculoesqueléticas. Una de las patologías más prevalentes y significativas en este ámbito es el síndrome de dolor miofascial. Este síndrome, que afecta a una amplia gama de pacientes de todas las edades, se caracteriza por la presencia de puntos gatillo miofasciales, los cuales son puntos hipersensibles dentro de bandas tensas de músculo esquelético que pueden provocar dolor referido, disfunción motora y fenómenos autonómicos.

La alta prevalencia del síndrome de dolor miofascial y la importancia de su diagnóstico y tratamiento hacen que sea fundamental que los futuros fisioterapeutas estén bien capacitados en estas áreas. Estudios recientes han mostrado que más del 50 % de los fisioterapeutas utilizan la punción seca como técnica principal para el manejo del síndrome de dolor miofascial, lo cual subraya la necesidad de una formación adecuada en este procedimiento. La identificación y tratamiento de los puntos gatillo miofasciales es una habilidad compleja que requiere un conocimiento profundo de la anatomía muscular, la habilidad de realizar palpaciones precisas y la capacidad de correlacionar los patrones de dolor referidos con los músculos afectados.

El procedimiento diagnóstico de los puntos gatillo miofasciales es esencialmente clínico y se basa en criterios diagnósticos consensuados, aunque no existe un estándar de oro universalmente aceptado. La literatura indica que los patrones de dolor referidos de los puntos gatillo miofasciales pueden ser variados y complejos, lo que añade un nivel adicional de dificultad al diagnóstico clínico, especialmente para los estudiantes y fisioterapeutas noveles. Por lo tanto, una herramienta que pueda asistir en la identificación precisa de estos puntos gatillo mediante la correlación de los síntomas y los patrones de dolor podría ser extremadamente beneficiosa tanto en la educación como en la práctica clínica.

En respuesta a esta necesidad, el proyecto de innovación docente desarrollado propone el diseño y la implementación de una aplicación digital interactiva, compatible con dispositivos iOS y Android. Esta aplicación tiene como objetivo facilitar la capacitación de los estudiantes en el diagnóstico y tratamiento del síndrome de dolor miofascial, mediante la simulación de casos clínicos en los que los estudiantes pueden practicar la identificación de puntos gatillo miofasciales basándose en los patrones de dolor referidos.

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Los objetivos del proyecto fueron:

- Desarrollar un software compatible con dispositivos electrónicos de uso común (móviles y tabletas que funcionen con iOS y Android) que permita a los docentes y a los alumnos dibujar en un diagrama corporal la extensión y localización del dolor, así como la selección de una serie de síntomas asociados al síndrome de dolor miofascial para que, mediante un análisis de similitud, identifique aquellos músculos que pueden ser potencialmente responsables de generar ese patrón de dolor.

- Realizar una encuesta de valoración a los alumnos sobre su percepción de la herramienta, abordando indicadores relacionados con la utilidad para el aprendizaje, si consideran la herramienta como un recurso atractivo para el aprendizaje, su utilidad para mejorar la comprensión de los contenidos de la asignatura y su utilidad para el futuro profesional.

- Realizar unas pruebas de adquisición de competencias y conocimiento mediante dos exámenes tipo test tras finalizar las clases magistrales (uno antes de implementar la herramienta digital en las sesiones prácticas y otro posterior a su implementación), evaluando la capacidad del alumno para reconocer los patrones de dolor referidos característicos del síndrome de dolor miofascial.

2. Objetivos alcanzados

- Con respecto al primer objetivo, hemos desarrollado exitosamente la aplicación MyofAPPcial, compatible con iOS y Android, que permite a los usuarios dibujar y seleccionar síntomas de dolor. La aplicación utiliza un proceso de aprendizaje automático para comparar los patrones de dolor descritos con una base de datos de más de 300 imágenes de distribución del dolor, sugiriendo las posibles ubicaciones de los puntos gatillo. La aplicación fue probada y validada durante las prácticas de sala de los estudiantes, mostrando una alta precisión en la identificación de puntos gatillo.

- Con respecto al segundo objetivo, se realizaron encuestas a 59 estudiantes utilizando el cuestionario de usabilidad de aplicaciones móviles de salud (MAUQ). Los resultados mostraron una alta satisfacción general (5.85 sobre 7) con la aplicación, destacando su utilidad, facilidad de uso y conveniencia. La encuesta evaluó aspectos como la satisfacción general, la facilidad de uso, el acceso a la información y la conveniencia de uso, confirmando la aceptación positiva de la herramienta por parte de los estudiantes.

- Con respecto al tercer objetivo, se llevaron a término dos pruebas de conocimiento: una sin el apoyo de la aplicación y otra con el apoyo de la misma. Los resultados indicaron una mejora significativa en la precisión diagnóstica con el uso de MyofAPPcial. Sin el software, los estudiantes identificaron correctamente los puntos gatillo altamente prevalentes, pero con el uso de la aplicación, se lograron puntuaciones perfectas en todas las categorías, demostrando la eficacia de la herramienta en mejorar las habilidades diagnósticas de los estudiantes.

3. Metodología empleada en el proyecto

Se ha realizado un estudio descriptivo transversal en la UCM dirigido a todos los alumnos de 3º de Fisioterapia que cursaron en el año académico 2023-24 la asignatura de Métodos de Fisioterapia Musculoesquelética. Para la estructura de la investigación se siguieron las directrices de la Lista de Verificación para la Presentación de Resultados de Encuestas por Internet (CHERRIES) asegurando de esta forma la calidad del informe. Además, el diseño del estudio aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Rey Juan Carlos. Se preparó un documento de consentimiento informado, detallando la duración de la encuesta (6 min.), ubicaciones de almacenamiento de datos, información sobre los investigadores y objetivos de la encuesta.

4. Recursos humanos

Todos los componentes del equipo participaron de forma activa en las diferentes fases de desarrollo del proyecto. Gustavo Plaza y Juan A. Valera coordinaron las fases de desarrollo de la herramienta digital y la fase empírica, y Marcos J. Navarro estuvo a cargo de la difusión de resultados en revistas de educación y congresos de innovación.

En la fase de desarrollo de la herramienta digital, además de los coordinadores Gustavo Plaza y Juan A. Valera, participaron los profesores José J. López y María J. Díaz, junto con el estudiante Gabriel Rabanal. Las tareas incluyeron elaboración del código de la aplicación, creación de la interfaz interactiva, implementación de información científica y bibliográfica, control de fallos y análisis de veracidad de los datos proporcionados por la aplicación.

Durante la fase empírica, coordinada por Gustavo Plaza y Juan A. Valera, participaron también las profesoras Lara Sánchez y Mabel Ramos. En esta etapa, se diseñaron tres sesiones prácticas de aplicación de la herramienta digital, se elaboraron encuestas de satisfacción docente y herramientas de evaluación del aprendizaje, y se suministraron tanto las encuestas de satisfacción como las herramientas de evaluación del contenido asociado a la herramienta digital.

En la fase de difusión de resultados, bajo la coordinación de Marcos José Navarro, participaron Jesús Montalvo (PAS Biblioteca) y el estudiante Gabriel Rabanal. Las tareas en esta fase incluyeron el análisis de los resultados de la satisfacción docente y de la evaluación del contenido, la elaboración de informes sobre las encuestas de satisfacción y el aprendizaje de los contenidos a través de la herramienta digital, así como la redacción y difusión de los resultados en revistas científicas y congresos de innovación docente, y la implementación de la herramienta en el catálogo de recursos digitales de la biblioteca.

5. Desarrollo de las actividades

5.1. Desarrollo de la aplicación

La aplicación "MyofAPPcial" fue desarrollada para ser lanzada en la Apple Store (Apple Computer, Cupertino, CA, USA) y Google Play (Google, Mountain View, CA, USA). Después de aceptar una breve información en una pantalla de bienvenida sobre cómo funciona la aplicación, el usuario puede comenzar la recopilación de datos. Primero, se muestra una vista frontal de un cuerpo estandarizado con una barra de herramientas para seleccionar 1) la herramienta de sombreado, 2) el tamaño, 3) una opción para deshacer el último trazo, 4) una opción para reiniciar el gráfico corporal y 5) una opción para continuar con la vista posterior del gráfico corporal y finalizar la recopilación de datos. Estos dos gráficos corporales consisten en un lienzo compuesto por dos capas: una capa profunda (totalmente en blanco para sombrear la extensión y distribución del dolor) y una capa superficial (que contiene cada vista del gráfico corporal). Esta capa superficial es transparente dentro del gráfico corporal para hacer visible la capa profunda (manteniendo algunos detalles mínimos del cuerpo para una mejor orientación), mientras que afuera es blanca para ocultar los píxeles dibujados fuera del gráfico corporal. Después de completar el gráfico corporal, la aplicación utiliza un proceso de aprendizaje automático para comparar el patrón descrito por el paciente con una base de datos de más de 300 imágenes que describen la distribución del dolor para cada punto gatillo miofascial. Después de este análisis, la aplicación muestra una lista con las 6 estructuras que muestran los músculos más probables responsables de esa distribución del dolor y proporciona la tasa de similitud con la base de datos tal y como aparece en la *Figura 1*. Dado que la aplicación no fue comercializada durante la recopilación de datos, todos los participantes encuestados recibieron la misma tablet de 12.9" (iPad Pro M2, Apple Computer) que contenía la aplicación instalada y un lápiz digital (Apple Pencil de 2ª generación, Apple Computer) para probarla antes de completar la encuesta.

5.2. Desarrollo de las encuestas y pruebas de conocimiento

El desarrollo del instrumento de encuesta se realizó en dos fases. Inicialmente, el investigador principal elaboró una versión preliminar que se difundió a través de la plataforma Google Forms (<https://docs.google.com/forms/>) para una prueba piloto con un grupo selecto de 15 fisioterapeutas (n=5 trabajando en el ámbito clínico, n=5 en investigación y n=5 en educación de pregrado y posgrado). Este paso tuvo como objetivo identificar y corregir cualquier problema relacionado con la comprensión, usabilidad y funcionalidad técnica antes de comenzar el estudio. No se identificaron

problemas significativos, por lo que la encuesta se finalizó y se puso a disposición pública para la recopilación de datos. La encuesta se estructuró en una nota de bienvenida, un consentimiento informado, una sección de información demográfica que incluía 1 ítem (género), dos secciones con 9 diferentes mapas hipotéticos de distribución del dolor (se pidió a los encuestados que escribieran en una caja de texto abierto la estructura potencialmente involucrada en esa distribución del dolor, primero sin el software y luego usando el software), una sección para calificar la aplicación usando el cuestionario de usabilidad de aplicaciones móviles de salud (MAUQ), una sección de retroalimentación abierta y un párrafo de agradecimiento por su participación. El MAUQ es un cuestionario de 18 ítems desarrollado para evaluar la usabilidad de las aplicaciones móviles de salud. Se distribuye en cuatro subescalas que reflejan aspectos específicos de la usabilidad, tales como satisfacción y utilidad (satisfacción general del usuario con la aplicación y su utilidad percibida), facilidad de uso (qué tan intuitiva y sencilla es de usar la aplicación, incluyendo el aprendizaje para usarla y la navegación entre pantallas), acceso a la información y errores (qué tan bien proporciona la aplicación acceso a la información necesaria y cómo maneja los errores, incluyendo la recuperación de errores) y conveniencia de uso (incluyendo la comodidad de usar la aplicación en el entorno laboral del usuario, la adecuación del tiempo involucrado en usar la aplicación y la probabilidad de uso continuado). Todas las respuestas se califican en una escala Likert de 7 puntos, con respuestas que van desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 7 (totalmente de acuerdo), y las puntuaciones finales se calculan como la media de todos los ítems. Este cuestionario fue seleccionado ya que mostró alta consistencia interna (α de Cronbach = 0.89), una validez de contenido establecida (Índice de Validez de Contenido a Nivel de Ítem > 0.79) y una excelente fiabilidad entre evaluadores (κ = 0.78 a 1.02), lo que indica que este cuestionario es relevante, claro y comprensible.

En cuanto a la prueba de conocimientos, se dividió en dos secciones diferentes (primero, se pidió a los participantes que completaran esta prueba de conocimientos sin el uso del software y luego usando el software). En cada una, se proporcionaron 9 mapas que representaban los patrones de distribución del dolor causados por 9 estructuras: 3 altamente prevalentes, 3 moderadamente prevalentes y 3 raramente prevalentes entre las condiciones musculoesqueléticas (la selección se realizó en base a estudios descriptivos y revisiones que informan sobre la prevalencia de puntos gatillo miofasciales activos). Las respuestas se consideraron correctas solo si se ingresaba el músculo, porción y lado correctos en la caja de texto abierto. Durante el segundo intento, los participantes debían replicar el patrón de distribución del dolor en la aplicación y

seleccionar, de la lista de músculos proporcionados, la estructura que mostrara mayor similitud. La estructura de la metodología se recoge en *Tabla 1*.

5.3. Resultados

Se recibieron un total de 59 encuestas completadas (conformadas por un 68% de mujeres), sin excluir ninguna respuesta para los análisis. Analizando la capacidad de los estudiantes para identificar estructuras ligadas a distribuciones específicas de dolor referido, los resultados revelaron que los participantes fueron más precisos al identificar los mapas de dolor altamente prevalentes en comparación con aquellos de prevalencia moderada o baja. En la segunda prueba de conocimientos con el apoyo de MyofAPPcial, los resultados revelaron puntuaciones perfectas en cada ítem. Aunque no es posible proporcionar los valores p tradicionales de diferencias en este caso, los datos sugieren fuertemente que el apoyo de MyofAPPcial conduce a un desempeño perfecto en este contexto, una mejora sustancial en comparación con la condición sin apoyo del software. Se puede consultar con más detalle las puntuaciones de cada elemento en la *Tabla 2*.

Con respecto a la opinión de los usuarios de MyofAPPcial, la satisfacción general reportada fue de 5.85 puntos sobre 7, indicando una muy buena aceptación entre los usuarios. La satisfacción, utilidad, facilidad de uso y conveniencia fueron los principales aspectos fuertes de la aplicación, con puntuaciones promedio de más de 6 puntos. La limitación más notable fue el uso de la aplicación con una conexión a Internet pobre o inexistente (1.98 puntos). Los detalles de cada subescala se encuentran disponibles en la *Tabla 3*.

Considerando estos resultados, se pueden extraer varias implicaciones clínicas y educativas importantes. La aplicación MyofAPPcial representa una herramienta revolucionaria para la práctica clínica de la fisioterapia, especialmente en el diagnóstico y tratamiento del síndrome de dolor miofascial. La aplicación mejora significativamente la precisión diagnóstica de los fisioterapeutas al permitir una identificación más efectiva y precisa de los puntos gatillo miofasciales. Utilizando patrones de distribución del dolor, la aplicación compara estos patrones con una base de datos extensa, reduciendo el riesgo de errores diagnósticos y aumentando la eficiencia en la identificación de puntos gatillo miofasciales. Esto tiene varias ventajas. En primer lugar, al identificar correctamente los puntos gatillo miofasciales, los fisioterapeutas pueden aplicar tratamientos más específicos y efectivos, mejorando así los resultados clínicos y el bienestar de los pacientes. En segundo lugar, la aplicación permite una identificación rápida y precisa, lo que optimiza el tiempo de consulta y los recursos clínicos, siendo particularmente beneficioso en entornos de atención primaria y especializada, donde el

tiempo es un recurso limitado. Además, la precisión mejorada en la identificación de puntos gatillo miofasciales reduce la probabilidad de diagnósticos erróneos y tratamientos ineficaces, contribuyendo a un manejo más efectivo del síndrome de dolor miofascial.

En el ámbito educativo, MyofAPPcial ofrece un enfoque innovador para la formación de estudiantes de fisioterapia. La aplicación proporciona una plataforma interactiva que permite practicar la identificación de puntos gatillo miofasciales a través de casos clínicos simulados, lo que complementa su formación teórica. Al utilizar la app, los estudiantes pueden desarrollar y perfeccionar sus habilidades diagnósticas. La exposición repetida a casos simulados con retroalimentación inmediata fortalece su capacidad para identificar puntos gatillo con precisión. La naturaleza interactiva de MyofAPPcial hace que el aprendizaje sea más atractivo y efectivo. Los estudiantes pueden experimentar con diferentes patrones de dolor y recibir retroalimentación instantánea, lo que refuerza su comprensión. Además, la aplicación ha recibido altas calificaciones en términos de satisfacción y facilidad de uso por parte de los estudiantes, lo que sugiere que puede ser una herramienta valiosa en los programas de fisioterapia. MyofAPPcial puede integrarse fácilmente en los programas de fisioterapia como un recurso complementario, ofreciendo a los educadores una herramienta efectiva para mejorar la calidad de la educación y proporcionar experiencias de aprendizaje más completas.

6. Anexos

Figura 1. Interfaz de la aplicación MyofAPPcial

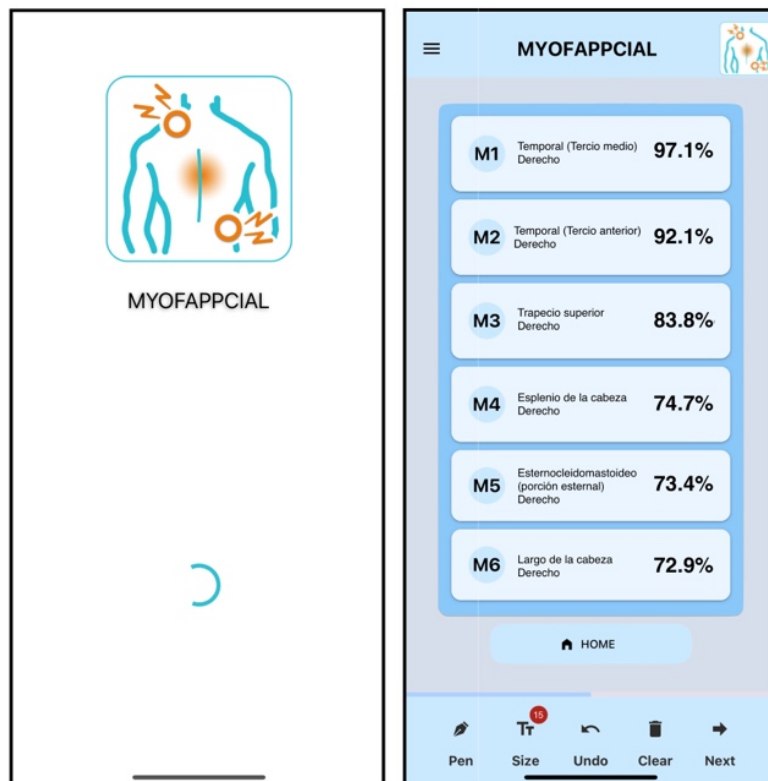
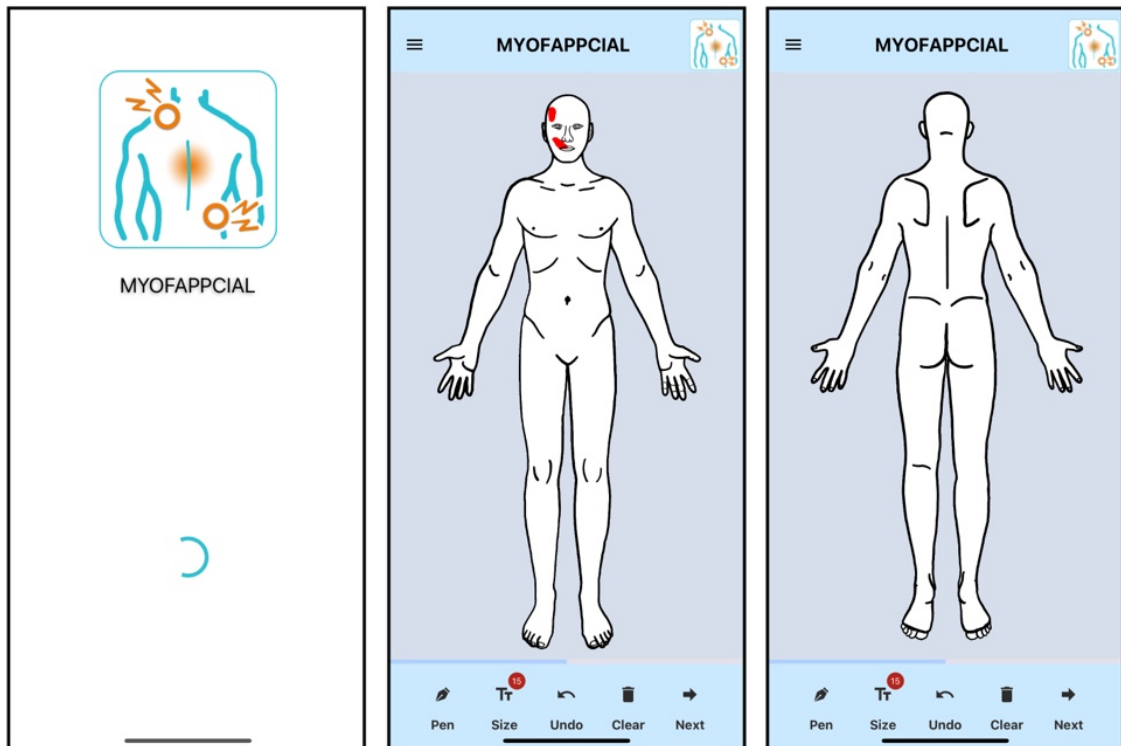


Tabla 1. Estructura de la metodología empleada para valorar los conocimientos y la opinión de los estudiantes sobre la utilidad de la aplicación.

Variable	Definición Operacional
<i>Información demográfica</i>	
Género	Categoría – Masculino/Femenino/No declarado
<i>Prueba de conocimiento</i>	
Prueba de conocimiento sin apoyo del software	Categoría – Correcto/Incorrecto (9 ítems)
Prueba de conocimiento con apoyo del software	Categoría – Correcto/Incorrecto (9 ítems)
<i>Cuestionario de usabilidad de la aplicación de salud móvil (MAUQ)</i>	
Satisfacción general (MAUQ)	Escala Likert de 7 puntos – (5 ítems)
Facilidad de uso (MAUQ)	Escala Likert de 7 puntos – (6 ítems)
Acceso a la información (MAUQ)	Escala Likert de 7 puntos – (4 ítems)
Conveniencia de uso (MAUQ)	Escala Likert de 7 puntos – (3 ítems)

Tabla 2. Resultados del porcentaje de éxito en el reconocimiento de estructuras asociadas a mapas de distribución de dolor.

Ítem	Sin apoyo del software	Con apoyo de MyofAPPcial
<i>Mapas altamente prevalentes</i>		
Ítem 1	89.60	100.0
Ítem 2	76.00	100.0
Ítem 3	81.25	100.0
<i>Mapas moderadamente prevalentes</i>		
Ítem 4	53.85	100.0
Ítem 5	57.60	100.0
Ítem 6	52.40	100.0
<i>Mapas poco prevalentes</i>		
Ítem 7	18.45	100.0
Ítem 8	11.60	100.0
Ítem 9	21.85	100.0
Promedio	51.4	100.0

Tabla 3. Evaluación de la satisfacción, utilidad, facilidad de uso, acceso a la información, errores y conveniencia de uso.

Característica evaluada	Muestra total
Satisfacción y utilidad (1-7)	
Satisfacción general	6.14 ± 0.15
Estoy satisfecho con esta app	6.04 ± 0.57
La aplicación sería útil para mejorar la salud y el bienestar de los pacientes	6.09 ± 0.49
Usando la aplicación me sentí apoyado durante el diagnóstico	6.35 ± 0.26
La aplicación me ayudó a identificar la ubicación de los puntos gatillo miofasciales	6.08 ± 0.60
Esta aplicación tiene todas las funciones y capacidades que esperaba	6.16 ± 0.48
Facilidad de uso (1-7)	
La aplicación fue fácil de usar	6.15 ± 0.64
Fue fácil para mí aprender a usar la app	6.01 ± 0.55
La navegación fue consistente al moverse entre pantallas	6.27 ± 0.39
La interfaz de la aplicación me permitió usar todas las funciones (como completar adecuadamente los gráficos corporales usando la barra de herramientas o exportar los datos) ofrecidas por la app	6.01 ± 0.55
Me gusta la interfaz de la app	5.51 ± 0.75
La información en la aplicación estaba bien organizada, por lo que podía encontrar fácilmente la información que necesitaba	6.26 ± 0.23
Acceso a la información y errores (1-7)	
Siempre que cometí un error usando la app, pude recuperarme fácil y rápidamente	5.94 ± 0.72
Pude usar la aplicación incluso cuando la conexión a Internet era pobre o no estaba disponible	1.98 ± 0.48
Esta aplicación proporcionó una forma aceptable de recibir servicios de salud, como acceder a información confiable sobre la ubicación de los puntos gatillo miofasciales basados en mapas de distribución del dolor	5.69 ± 0.85
La aplicación reconoció adecuadamente y proporcionó información para que supiera el progreso de mi acción	6.42 ± 0.17
Conveniencia de uso (1-7)	
Me siento cómodo usando esta aplicación en mi entorno laboral	6.18 ± 0.67
La cantidad de tiempo involucrada en usar esta aplicación ha sido adecuada para mí	6.27 ± 0.34
Volvería a usar esta app	6.09 ± 0.47
Puntuación total (1-7)	5.85 ± 1.01