



**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



DESARROLLO DE APLICACIÓN MÓVIL PARA RAZONAMIENTO CLÍNICO Y DECISIONES TERAPÉUTICAS EN KINESIOLOGÍA

POR

Sofia Catalina Pinilla Sandoval

Informe Final Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción para optar al grado académico de Ingeniero/a Civil Biomédica

Profesor(es) Guía
Pamela Guevara A. - Mario Muñoz B.

Noviembre 2024
Concepción
(Chile)

© 2024 Sofia Catalina Pinilla Sandoval

© 2024 Sofia Catalina Pinilla Sandoval

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento.



Agradecimientos

A lo largo de estos años universitarios, he tenido la suerte de contar con personas que han sido esenciales en este camino, y a todas ellas quiero dedicarles un profundo agradecimiento.

En primer lugar, a mi mamá, quien me ha dado las herramientas necesarias para convertirme en la profesional que siempre quise. Gracias por tu apoyo incondicional y por estar a mi lado en cada paso. Y a mi Mamita Nena, que siempre me esperaba con una sonrisa cuando llegaba a casa. Un abrazo al cielo, siempre la llevo conmigo.

A mis hermanos, Galo, Naty y Pablo, por ser mi inspiración constante. ¡Finalmente podemos decir con orgullo que somos los cuatro ingenieros, y el orgullo de mamá! Este logro también es parte de ustedes.

A mis amigas de universidad, Cassy y Clau, por estar siempre a mi lado, apoyándome en las materias y haciendo esos interminables centralazos desde el primer año. Que la distancia no nos separe, y que sigamos siendo amigas, aunque estemos lejos.

Un agradecimiento especial a Barbarita, por tu ayuda con las fotografías de este trabajo. Estuviste dispuesta a ayudarme sin pensarlo dos veces, y eso lo valoro mucho.

Y, por último, pero muy importante, a mi Felipe, quien ha sido lo mejor que me ha pasado este último año. Gracias por tu amor, tu comprensión y por estar a mi lado en todo momento, sobre todo en esta etapa tan difícil, que tú también estás viviendo. No olvides que cuentas con todo mi apoyo. Este logro es también tuyo.

A todos, mi más sincero agradecimiento. Todo lo vivido en esta etapa universitaria me ha hecho crecer mucho como persona, y llevaré conmigo todas estas experiencias por el resto de mi vida.

Resumen

En el campo de la kinesiología, el razonamiento clínico es esencial para el diagnóstico y tratamiento efectivo de diversas patologías. Para fortalecer esta habilidad en estudiantes de kinesiología, se diseñó y desarrolló una aplicación móvil interactiva centrada en la simulación diagnóstica de disfunción patelofemoral y dolor cervical.

La aplicación integra ocho casos clínicos, ya que se agregaron cinco casos de dolor cervical respecto a la versión previa centrada únicamente en disfunción patelofemoral. Cada caso contiene síntomas específicos, pruebas diagnósticas y opciones de tratamiento para simular situaciones clínicas. Adicionalmente, se incluyó una sección de “recursos educativos” para cada patología, la cual detalla síntomas, factores de riesgo y exámenes asociados, donde se integraron fotografías explicativas de los 20 exámenes empleados en los casos clínicos, cuidadosamente capturadas y editadas.

Para guiar la implementación, se desarrollaron diagramas de rutas que organizan el flujo en cada caso clínico. La aplicación fue desarrollada en Flutter Flow, integrando los componentes de esta plataforma. Ofrece preguntas sobre los casos clínicos y entrega retroalimentación específica para respuestas correctas e incorrectas, apoyando el aprendizaje de los estudiantes.

La funcionalidad fue validada mediante la simulación de un caso clínico aleatorio, confirmando el cumplimiento de los diagramas de diseño. Se añadieron mejoras respecto a la versión anterior, como correcciones de visualización y un botón de retorno a inicio en todas las pantallas, optimizando la navegación. La aplicación se evaluó en dispositivos Android (mediante APK y enlace) e iOS (mediante enlace), observándose mayor rapidez y fluidez en APK. Aunque la compatibilidad es completa en todos los formatos, algunos íconos y fotografías pueden tardar en cargar al ser usada mediante el enlace.

Por otra parte, se desarrolló un manual de usuario que facilita la navegación y protege los derechos de autor del material diseñado.

Este proyecto establece una base sólida para expansiones futuras, con potencial para incorporar nuevas patologías y casos clínicos, fortaleciendo así el proceso de aprendizaje en razonamiento clínico.

Abstract

In the field of kinesiology, clinical reasoning is essential for the effective diagnosis and treatment of various pathologies. To strengthen this skill among kinesiology students, an interactive mobile application was designed and developed, focusing on the diagnostic simulation of patellofemoral dysfunction and cervical pain.

The application includes eight clinical cases, as five cervical pain cases were added compared to the previous version, which focused solely on patellofemoral dysfunction. Each case contains specific symptoms, diagnostic tests, and treatment options to simulate clinical situations. Additionally, an "educational resources" section was included for each pathology, detailing symptoms, risk factors, and associated tests. This section incorporates explanatory photographs of the 20 exams used in the clinical cases, carefully captured and edited.

To guide implementation, route diagrams were developed to organize the flow in each clinical case. The application was developed in Flutter Flow, integrating this platform's components. It offers questions about the clinical cases and provides specific feedback for correct and incorrect responses, supporting student learning.

Functionality was validated by simulating a random clinical case, confirming compliance with the design diagrams. Improvements were made compared to the previous version, such as visual corrections and a return-to-home button on all screens, optimizing navigation. The application was tested on Android devices (via APK and link) and iOS (via link), with greater speed and smoothness observed in the APK version. Although compatibility is complete across all formats, some icons and photographs may take time to load when using the link.

On the other hand, a user manual was developed to facilitate navigation and protect the copyrights of the designed material.

This project establishes a solid foundation for future expansions, with the potential to incorporate new pathologies and clinical cases, further strengthening the clinical reasoning learning process.

Tabla de contenidos

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL.....	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	10
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	10
1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	10
1.4 METODOLOGÍA.....	10
1.4.1 <i>Investigación y análisis preliminar</i>	11
1.4.2 <i>Diseño y planificación</i>	11
1.4.3 <i>Desarrollo de la aplicación</i>	11
1.4.4 <i>Pruebas y depuración</i>	12
1.4.5 <i>Evaluación</i>	12
1.5 MATERIALES.....	12
1.6 TEMARIO	12
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	14
2.1 INTRODUCCIÓN	14
2.2 RAZONAMIENTO CLÍNICO.....	14
2.3 PATOLOGÍAS CLÍNICAS	15
2.3.1 <i>Disfunción patelofemoral</i>	15
2.3.2 <i>Dolor cervical</i>	20
2.4 TRABAJOS PREVIOS	26
2.4.1 <i>Aplicación móvil para razonamiento clínico y decisiones terapéuticas sobre patología de disfunción patelofemoral</i>	26
2.4.2 <i>Aplicación móvil de razonamiento clínico "MayaEDU"</i>	29
2.5 SOFTWARE PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES.....	30
2.5.1 <i>Android Studio</i>	30
2.5.2 <i>Flutter</i>	31
2.5.3 <i>Flutter Flow</i>	31

2.6	DISCUSIÓN	32
CAPITULO 3. CASOS CLÍNICOS		33
3.1	INTRODUCCIÓN	33
3.2	CASOS CLÍNICOS NUEVOS RELACIONADOS AL DOLOR CERVICAL.....	33
3.2.1	<i>Caso clínico 1: Dolor cervical agudo con déficits de coordinación de movimiento (WAD).</i>	33
3.2.2	<i>Caso clínico 2: Dolor cervical subagudo con déficits de movilidad</i>	34
3.2.3	<i>Caso clínico 3: Dolor cervical crónico con dolor de cabeza (cervicogénico).</i>	36
3.2.4	<i>Caso clínico 4: Dolor cervical con dolor irradiado (radicular)– agudo.</i>	37
3.2.5	<i>Caso clínico 5: Dolor cervical con bandera roja.</i>	39
3.3	DISCUSIÓN	39
CAPITULO 4. DISEÑO DE LA APLICACIÓN MÓVIL.....		40
4.1	INTRODUCCIÓN	40
4.2	REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL	40
4.3	DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO.....	41
4.4	ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN MÓVIL	42
4.4.1	<i>Diagrama de rutas general de la interfaz de la aplicación móvil</i>	43
4.4.2	<i>Diagramas de rutas específicos para la interfaz de cada caso clínico</i>	44
4.5	DISCUSIÓN	46
CAPÍTULO 5. IMPLEMENTACIÓN DE LA APLICACIÓN MÓVIL		47
5.1	INTRODUCCIÓN	47
5.2	CREACIÓN DEL PROYECTO Y LÓGICA INTERNA	47
5.3	IMPLEMENTACIÓN DE PANTALLAS.....	48
5.3.1	<i>Pantallas principales</i>	48
5.3.2	<i>Elementos de navegación generales</i>	50
5.3.3	<i>Sección informativa dentro de la aplicación móvil</i>	50
5.3.4	<i>Casos clínicos relacionados a la disfunción patelofemoral</i>	53
5.3.5	<i>Casos clínicos relacionados al dolor cervical</i>	55
5.4	MANUAL DE USUARIO	56
5.5	DISCUSIÓN	56
CAPÍTULO 6. RESULTADOS		57
6.1	INTRODUCCIÓN	57

6.2	FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN MÓVIL	57
6.2.1	<i>Pruebas de funcionalidad</i>	57
6.2.2	<i>Simulación de un caso clínico completo</i>	57
6.3	MEJORAS RESPECTO A LA VERSIÓN ANTERIOR	60
6.4	EVALUACIÓN EN DISTINTOS DISPOSITIVOS MÓVILES	61
6.5	DISCUSIÓN	62
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.....		64
7.1	DISCUSIÓN	64
7.2	CONCLUSIÓN	64
7.3	TRABAJO FUTURO	65
CAPITULO 8. GLOSARIO		66
CAPITULO 9. REFERENCIAS		67
ANEXO A: PUNTUACIÓN ASOCIADA AL TEST KUJALA		71
ANEXO B: DETALLES DE LOS CASOS CLÍNICOS Y DIAGRAMAS ASOCIADOS PARA LA DISFUNCIÓN PATELOFEMORAL		73
ANEXO C: DIAGRAMAS DE RUTAS DE LOS CASOS CLÍNICOS ASOCIADOS AL DO- LOR CERVICAL		80
ANEXO D: FOTOGRAFÍAS DE REFERENCIA PARA LOS ÉXAMENES ASOCIADOS A LOS CASOS CLÍNICOS		86
ANEXO E: MANUAL DE USUARIO DE LA APLICACIÓN		97

Índice de tablas

4.1	Requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación	41
6.2	Resultados de pruebas de rendimiento de la aplicación en distintos dispositivos. Las evaluaciones se clasificaron en tres categorías: "Muy rápido y muy fluido" (respuesta instantánea y navegación extremadamente suave, rendimiento ideal), "Rápido y fluido" (respuesta eficiente y navegación sin interrupciones notables) y "Aceptable" (funcionamiento sin problemas significativos, aunque con pequeños retrasos o menor fluidez en la navegación).	62
A.1	Preguntas y puntuación Test Kujala.	72



Índice de figuras

1.1	Etapas de la metodología del desarrollo de la aplicación móvil.	11
2.1	Pantalla principal, casos clínicos y historial clínico del caso 1 de la aplicación móvil relacionada a la disfunción patelofemoral.	27
2.2	Exámenes mostrados, descripción y hallazgos de la aplicación móvil relacionada a la disfunción patelofemoral.	28
2.3	Preguntas y resolución de la aplicación móvil relacionada a la disfunción patelofemoral.	28
2.4	Pantalla inicial de la aplicación "MayaEdu", visualización de las opciones de materias disponibles, y casos clínicos asociados a una de las opciones.	29
2.5	Visualización de selección de un caso clínico aleatorio, junto a su historia clínica, exámenes y preguntas asociadas.	30
4.1	Iconos extraídos desde "FlatIcon"	42
4.2	Paleta de colores para la interfaz	42
4.3	Diagrama general de navegación de la interfaz de la aplicación móvil: desde la pantalla de inicio, el usuario elige una patología, accede a recursos educativos o comienza el razonamiento clínico a través de los casos disponibles.	43
4.4	Diagrama de rutas del caso clínico 2 relacionado a la patología de dolor cervical. El diagrama comienza con la historia clínica del paciente, seguida de una evaluación para determinar si presenta alguna señal de alerta. Luego, se presenta la elección de la ruta correcta, que lleva a los resultados de los exámenes realizados. Posteriormente, se incluye la clasificación y fase de la patología, así como la intervención adecuada y, finalmente, la resolución del caso.	45
5.1	Pantallas principales de la aplicación móvil, donde se muestra el menú lateral o "drawer", que incluye opciones como referencias, información sobre la aplicación ("About Us") y la opción de descarga de APK. Además, permite al usuario comenzar seleccionando una patología.	49
5.2	Funciones de la navegación: Volver atrás, volver al inicio y mensaje de alerta.	50
5.3	Ejemplo fotografía de examen: "Test neurodinámico".	51

5.4	Pantallas de detalle de un examen clínico en la aplicación móvil, accesible tanto desde la sección de recursos educativos como desde la pantalla de resultados de los exámenes en cada caso clínico. En este ejemplo, se muestra la información del examen clínico, incluyendo descripción, fotografías y pasos específicos para su realización.	52
5.5	Ejemplo de implementación de pantallas relacionadas con los casos clínicos de disfunción patelofemoral en la aplicación móvil. La figura muestra la pantalla de selección de casos clínicos disponibles, la historia clínica de un caso específico (caso clínico 1), junto con los resultados de los exámenes, el resultado del test Kujala, una pregunta sobre la intervención adecuada, y la resolución final del caso con la retroalimentación correspondiente.	54
5.6	Implementación de pantallas relacionadas con los casos clínicos de dolor cervical en la aplicación móvil. La figura muestra las pantallas de selección de casos clínicos disponibles, una pregunta sobre señales de alerta, y la sección de intervención adecuada, donde los usuarios pueden seleccionar múltiples alternativas. El resto de las pantallas, como la historia clínica y los resultados de exámenes, siguen un diseño similar al de los casos de disfunción patelofemoral, por lo cual solo se muestran aquí las pantallas específicas para los casos de dolor cervical.	55
6.1	Simulación del razonamiento correcto en el caso clínico 2-DC. Las capturas muestran todo el flujo de navegación donde el usuario selecciona las rutas adecuadas. Las respuestas correctas se destacan en verde, lo que indica que el razonamiento clínico es apropiado y se sigue un diagnóstico correcto.	58
6.2	Simulación del razonamiento incorrecto en el caso clínico 2-DC. Las imágenes muestran un escenario en el que todas las alternativas seleccionadas son incorrectas, destacadas en rojo. La retroalimentación correspondiente ayuda al usuario a entender por qué las decisiones tomadas no son válidas, fomentando el aprendizaje a partir de los errores. . .	59
6.3	Simulación de una ruta incorrecta en el caso clínico 2-DC. Esta captura muestra la selección de una ruta que no es adecuada para el diagnóstico. El error está destacado en rojo, y se proporciona retroalimentación que permite al usuario corregir su razonamiento clínico, enfatizando la importancia de elegir correctamente las rutas en el proceso diagnóstico. . .	60
6.4	Comparación en la resolución para el caso clínico 3 relacionado a la DPF.	61
A.1	Diagrama de rutas adaptado del caso clínico 1 relacionado a la patología DPF.	75
A.2	Diagrama de rutas adaptado del caso clínico 2 relacionado a la patología DPF.	76
A.3	Diagrama de rutas adaptado del caso clínico 3 relacionado a la patología DPF.	79
A.4	Diagrama de rutas del caso clínico 1 relacionado a la patología dolor cervical.	81

	12
A.5 Diagrama de rutas del caso clínico 2 relacionado a la patología dolor cervical.	82
A.6 Diagrama de rutas del caso clínico 3 relacionado a la patología dolor cervical.	83
A.7 Diagrama de rutas del caso clínico 4 relacionado a la patología dolor cervical.	84
A.8 Diagrama de rutas del caso clínico 5 relacionado a la patología dolor cervical.	85
A.9 Fotografía de examen: Bajada de escalón excéntrica	86
A.10 Fotografía de examen: Bajada de escalón lateral	87
A.11 Fotografía de examen: Sentadilla con una pierna	87
A.12 Fotografía de examen: Estabilidad de cadera	87
A.13 Fotografía de examen: Extensión de la rodilla	88
A.14 Fotografía de examen: Movilidad del pie (altura del arco dorsal)	88
A.15 Fotografía de examen: Movilidad del pie (ancho del pie medio)	88
A.16 Fotografía de examen: Índice de la postura del pie	89
A.17 Fotografía de examen: Test de longitud muscular (levantamiento de pierna recta)	89
A.18 Fotografía de examen: Test de longitud muscular (flexión de rodilla prono)	90
A.19 Fotografía de examen: Test de longitud muscular (test de ober)	90
A.20 Fotografía de examen: Test de longitud muscular (dorsiflexión de tobillo)	91
A.21 Fotografía de examen: Test de tilt patelar	91
A.22 Fotografía de examen: Test de flexión-rotación cervical	92
A.23 Fotografía de examen: Test de rotación axial	92
A.24 Fotografía de examen: Test de puntos gatillo (trapecio superior)	92
A.25 Fotografía de examen: Test de puntos gatillo (esternocleidomastoideo)	93
A.26 Fotografía de examen: Test de puntos gatillo (temporal)	93
A.27 Fotografía de examen: Test de puntos gatillo (suboccipital)	93
A.28 Fotografía de examen: Test neurodinámico	94
A.29 Fotografía de examen: Spurling test	94
A.30 Fotografía de examen: Test de rotación de la columna cervical	95
A.31 Fotografía de examen: Test de resistencia de los flexores profundos del cuello	95
A.32 Fotografía de examen: Cervical join position error test	95
A.33 Fotografía de examen: Test de flexión cervical	96
A.34 Fotografía de examen: Test de flexión cráneo - cervical con Stabilizer	96
A.35 Fotografía de examen: Test de movilidad segmentaria cervical	96
A.36 Manual de usuario - página 1.	97
A.37 Manual de usuario - páginas 2 y 3.	98
A.38 Manual de usuario - páginas 4 y 5.	99

A.39 Manual de usuario - páginas 6 y 7. 100



Capítulo 1. Introducción

1.1 Introducción general

En el área de la kinesiología, el manejo de patologías que afectan la calidad de vida de los pacientes, como la disfunción patelofemoral y el dolor cervical, representa un desafío constante debido a su prevalencia y complejidad diagnóstica y terapéutica. Estas condiciones requieren un enfoque personalizado en el tratamiento, apoyado en el razonamiento clínico y basado en evidencia científica. Para los estudiantes y profesionales de kinesiología, contar con herramientas que faciliten la comprensión y aplicación de estos principios es crucial para mejorar la toma de decisiones y, en consecuencia, los resultados clínicos.

En una memoria de título anterior, ya se desarrolló una aplicación móvil enfocada en el estudio de la disfunción patelofemoral, la cual ha sido utilizada por estudiantes de kinesiología para mejorar sus habilidades en razonamiento clínico, ofreciendo un recurso práctico y didáctico. Esta herramienta ha demostrado ser útil para comprender los aspectos teóricos y prácticos del diagnóstico y manejo de la patología.

En este contexto, la presente memoria de título propone una ampliación significativa de esa base, con el diseño y desarrollo de una nueva aplicación móvil interactiva multiplataforma que ahora incluirá casos clínicos tanto de disfunción patelofemoral como de dolor cervical. Además de proporcionar apoyo práctico en el razonamiento clínico, esta versión expandida ofrecerá recursos educativos, como información sobre síntomas, pruebas diagnósticas con imágenes de referencia actualizadas y factores de riesgo. El desarrollo de la aplicación se basa en un análisis bibliográfico de las prácticas clínicas, asegurando que las estrategias terapéuticas estén respaldadas por la evidencia científica. Asimismo, se implementarán diagramas de rutas para cada caso clínico, optimizando la simulación de actividades y la interacción dentro de la aplicación. Con la incorporación de nuevos casos clínicos y recursos educativos, la aplicación busca ser una herramienta clave para el aprendizaje práctico, permitiendo a los estudiantes aplicar sus conocimientos teóricos adquiridos en un contexto práctico.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

El objetivo principal de este proyecto es diseñar y desarrollar una aplicación móvil interactiva multiplataforma que permita la simulación de actividades relacionadas con el diagnóstico de la patología de dolor cervical, utilizando el razonamiento clínico, y agregando estos nuevos casos clínicos a la ya existente funcionalidad de disfunción patelofemoral.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar casos clínicos de dolor cervical, incluyendo historia clínica, exámenes y tratamientos.
- Diseñar diagramas de rutas generales y específicos para guiar el razonamiento clínico en la aplicación.
- Implementar los casos clínicos en una interfaz intuitiva y amigable en la aplicación multiplataforma, incluyendo ambas patologías.
- Evaluar la funcionalidad de la aplicación móvil.

1.3 Alcances y limitaciones

- Se evaluó el uso de fotografías en la aplicación para guiar los exámenes, considerando tanto la posibilidad de tomar estas específicamente para el proyecto como acceder a bases de datos públicas.
- La aplicación se enfocó exclusivamente en el aprendizaje teórico y práctico mediante la simulación de casos clínicos predefinidos, sin capacidad para realizar diagnósticos en tiempo real ni integrar bases de datos médicos.

1.4 Metodología

Para llevar a cabo el trabajo de esta memoria de título, se desarrollará una metodología estructurada que permite abordar de manera sistemática y efectiva los objetivos propuestos. Esta metodología se divide

en cinco etapas, proporcionando un marco claro para el desarrollo de la aplicación móvil, las cuales se describen a continuación en la Fig. 1.1.

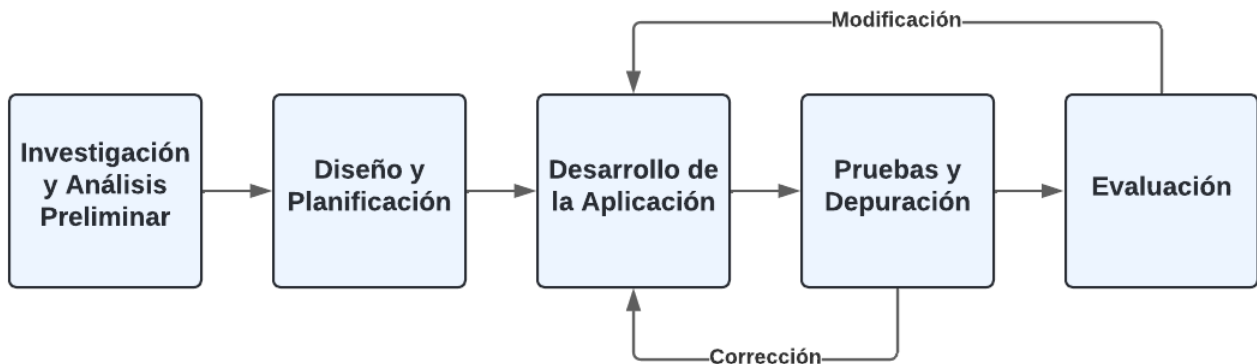


Fig. 1.1: Etapas de la metodología del desarrollo de la aplicación móvil.

1.4.1 Investigación y análisis preliminar

En esta etapa inicial, se llevará a cabo una investigación del tema de razonamiento clínico en kinesiología, así como un análisis detallado de las dos patologías específicas seleccionadas. Se revisará la literatura existente y se estudiará una memoria de título previa relacionada con la disfunción patelofemoral. Además, se examinarán los síntomas, diagnósticos y tratamientos de la nueva patología para comprender completamente su manejo clínico y así poder implementar los casos clínicos.

1.4.2 Diseño y planificación

Una vez completada la investigación preliminar, se procederá al diseño del árbol de decisiones en colaboración con la Kinesióloga Katherinne Muñoz. Este diseño incluye la creación de diferentes casos clínicos, con sus caminos de diagnóstico y tratamiento. Además, se planificará la estructura general de la aplicación móvil y el desarrollo de la interfaz de usuario.

1.4.3 Desarrollo de la aplicación

En esta etapa, se llevará a cabo la implementación práctica de la aplicación móvil basada en el diseño previamente establecido. Se deben traducir los conceptos del árbol de decisiones en funciones y pantallas interactivas dentro de la aplicación, asegurando una experiencia de usuario fluida y eficiente.

1.4.4 Pruebas y depuración

Una vez desarrollada la aplicación, se realizarán pruebas exhaustivas en distintos dispositivos móviles para evaluar su funcionalidad y rendimiento. Durante estas pruebas, se identificarán y corregirán errores o fallos en su funcionamiento. Asimismo, se ajustarán aspectos de diseño según sea necesario, con el fin de garantizar que todas las funciones operen correctamente y mejorar la experiencia del usuario en cada plataforma.

1.4.5 Evaluación

Finalmente, se llevará a cabo una evaluación integral basada en pruebas de usabilidad de la aplicación, con el objetivo de analizar su funcionamiento. Se recogerán comentarios por parte de profesionales para identificar posibles áreas de mejora.

1.5 Materiales

Para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación, se utilizará un notebook con las siguientes especificaciones: procesador Intel Core i5 de dos núcleos con una velocidad de 2,5 GHz y tarjeta gráfica Intel HD, con una memoria RAM de 16 GB 1600 MHz DDR3, además de un dispositivo con sistema Android para utilizar aplicaciones móviles.

1.6 Temario

Este trabajo de Memoria de Título presenta el siguiente temario:

- (i) **Capítulo 1.** Introducción: Se presenta una visión general del proyecto, incluyendo objetivos, materiales, alcances y limitaciones, junto con la metodología utilizada para desarrollar la aplicación móvil.
- (ii) **Capítulo 2.** Marco teórico: Se revisan trabajos previos relevantes y se estudia en profundidad las patologías seleccionadas para el desarrollo de la aplicación, así como los programas a utilizar.
- (iii) **Capítulo 3.** Casos clínicos: Se definen los nuevos casos clínicos, incluyendo historias clínicas, exámenes asociados, clasificación y tratamiento.

- (iv) **Capítulo 4.** Diseño de la aplicación móvil: Se detallan los diagramas de rutas generales de la aplicación y los diagramas específicos de los nuevos casos clínicos, y se especifican los requerimientos funcionales y no funcionales.
- (v) **Capítulo 5.** Implementación de la aplicación móvil: Se describe el proceso de implementación y desarrollo del proyecto de la aplicación.
- (vi) **Capítulo 6.** Resultados: Se presentan los resultados del funcionamiento de la aplicación mediante la simulación de un caso clínico aleatorio, las mejoras realizadas y la evaluación en diferentes dispositivos.
- (vii) **Capítulo 7.** Conclusiones: Se exponen las conclusiones finales y se sugieren posibles mejoras y expansiones para el proyecto.



Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Introducción

El avance de la tecnología digital ha facilitado el desarrollo de aplicaciones móviles en el ámbito de la salud, mejorando la atención médica y el seguimiento de patologías. Este marco teórico se centra en dos patologías específicas: la disfunción Patelofemoral y el dolor cervical, analizando sus exámenes asociados, características y opciones de tratamiento.

Además, se revisará una aplicación desarrollada anteriormente para comprender sus funcionalidades y contribuciones, lo que servirá de base para futuras mejoras. Por último, se explorarán las herramientas y tecnologías disponibles para el desarrollo de aplicaciones móviles en salud, proporcionando una base sólida para la creación de una aplicación que apoye el razonamiento clínico en las patologías seleccionadas.

2.2 Razonamiento clínico

El razonamiento clínico (RC) es un proceso cognitivo esencial para los profesionales de la salud, fundamental para el diagnóstico, la toma de decisiones y la planificación de tratamientos efectivos. Además de ser una habilidad práctica, el RC se considera una estrategia educativa crucial en las carreras de salud, diseñada para desarrollar el pensamiento crítico y la resolución de problemas en estudiantes [1].

Este enfoque didáctico implica la integración de diversas herramientas y metodologías destinadas a fomentar el razonamiento clínico. A través de la síntesis de conocimientos teóricos con experiencias prácticas, los estudiantes no solo adquieren información relevante, sino que también aprenden a aplicarla de manera significativa en el contexto clínico. Esta integración permite a los futuros profesionales de la salud conectar la teoría con la práctica, fortaleciendo así sus competencias diagnósticas y terapéuticas.

El desarrollo del RC no solo contribuye al pensamiento clínico individual, sino que también promueve la toma de decisiones efectivas en entornos complejos de atención médica [2]. Aunque las definiciones de RC pueden variar, todas coinciden en la idea de que implica la observación meticulosa, la recopilación sistemática y la interpretación precisa de datos clínicos. Estas operaciones cognitivas, tanto conscientes como subconscientes, interactúan con factores contextuales que incluyen el estado del paciente, la

disponibilidad de recursos y las normativas de atención médica vigentes.

El RC se ve influenciado por una variedad de factores, que incluyen la experiencia clínica acumulada, las fuentes de información disponibles, la capacidad de reflexión del profesional y sus experiencias personales previas. Esta interacción compleja entre el clínico, el paciente y el sistema de salud determina en gran medida la calidad y eficacia del razonamiento clínico aplicado en la práctica diaria.

En resumen, el razonamiento clínico representa un proceso dinámico y multifacético que va más allá de la aplicación de conocimientos técnicos. Es una habilidad que se cultiva a lo largo de la carrera profesional, evolucionando con la experiencia y la formación continua, con el objetivo último de mejorar los resultados de salud y la experiencia del paciente.

2.3 Patologías clínicas

Para el desarrollo de la investigación, se seleccionaron dos patologías clínicas de relevancia: disfunción patelofemoral y dolor cervical. La elección de estas patologías surge de la necesidad de ampliar el alcance de la aplicación de razonamiento clínico anteriormente desarrollada. Se mantiene la disfunción patelofemoral, patología que ya fue desarrollada, y por otro lado, se agrega el dolor cervical, patología propuesta por el profesor Co-Guía debido a su complejo árbol de decisiones clínicas, ya que ofrece un estudio detallado sobre diagnósticos y tratamientos en casos clínicos variados.

2.3.1 Disfunción patelofemoral

La disfunción patelofemoral (DPF) es una condición común que causa dolor en la rodilla, especialmente al realizar actividades que involucran carga en el mecanismo de la rodilla, como subir escaleras, correr o hacer sentadillas. Esta afección se caracteriza por dolor e inestabilidad en la patela, que puede manifestarse alrededor o detrás de ella. La desalineación del mecanismo extensor de la rodilla es la causa principal del dolor, lo que puede provocar daño articular en la cara lateral de la rótula.

Entre los factores de riesgo, se incluyen desequilibrio muscular, alteraciones biomecánicas, actividad física intensa y lesiones previas. Los síntomas más comunes son el dolor en la parte frontal de la rodilla, sensación de crujido, aumento del dolor durante actividades, rigidez, hinchazón leve, debilidad en el cuádriceps e inestabilidad [3].

El diagnóstico puede ser desafiante pero crucial. Se basa en los síntomas del paciente y en una serie de

procesos que incluyen la historia clínica y la exploración física. Cabe mencionar que la historia clínica es fundamental para comprender la naturaleza del dolor y sus desencadenantes, mientras que la exploración física se centra en evaluar el rango de movimiento de la cadera, la fuerza muscular y los movimientos relacionados con la patela [4].

Exámenes asociados a la disfunción patelofemoral

A continuación se detallan los exámenes relacionados con la disfunción patelofemoral, que fueron desarrollados en los casos clínicos de la aplicación anterior centrada en esta patología. Estos exámenes ofrecen un análisis detallado mostrado en la aplicación móvil anterior, donde se muestra cómo se determina si los resultados son positivos o negativos, así como los métodos empleados para la toma de los mismos [5].

Es importante estudiar los exámenes relacionados con la DPF para estar capacitado ante la necesidad de modificar algún caso clínico existente o desarrollar nuevos casos relacionados a esta patología para ampliar el árbol de decisiones.

■ **Bajada de escalón excéntrica**

El procedimiento implica que el paciente descalzo realice un ejercicio en un escalón, bajando de manera lenta y suave. Se realiza primero con una pierna y luego con la otra, sin permitir calentamiento previo o intento de práctica.

Se evalúan cinco criterios en cada repetición. Para que el resultado del examen sea considerado negativo, es decir, que no se encuentren indicaciones de algún problema, el paciente debe cumplir al menos cuatro de los cinco criterios evaluados de manera satisfactoria. Si se cumplen menos de cuatro criterios, el resultado del examen se considera positivo, indicando la presencia de algún problema.

Criterios:

- Movimiento del tronco (inclinación hacia adelante, rotación lateral, flexión lateral, rotación torácica)
- Postura de la pelvis (inclinación o rotación).
- Postura de la articulación de la cadera (aducción o rotación interna).
- Postura de la rodilla (en valgo o temblor de estas).

- Profundidad de la sentadilla (incapacidad para apoyar el talón con el suelo).

■ Bajada de escalón lateral

El paciente debe permanecer de pie con la pierna afectada, doblando la rodilla unos 60°. Se le pide al paciente que se agache y toque el suelo con el talón opuesto, sin involucrar la pierna afectada, y luego regrese a la posición inicial.

Se evalúan cinco criterios en cada repetición. Para que el resultado del examen sea considerado negativo, es decir, que no se encuentren indicaciones de algún problema, el paciente debe cumplir al menos cuatro de los cinco criterios evaluados de manera satisfactoria. Si se cumplen menos de cuatro criterios, el resultado del examen se considera positivo, indicando la presencia de algún problema.

Criterios:

- Estrategia de brazo (extracción de la mano de la cintura).
- Alineación del tronco (inclinarse en cualquier dirección).
- Posición de la rodilla (tuberosidad tibial medial al segundo dedo del pie o a borde medial del pie).
- Plano pélvico (pérdida del plano horizontal).
- Postura firme (pie se mueve de un lado a otro durante el ejercicio).

■ Sentadilla con una pierna

La sentadilla con una sola pierna es una prueba que evalúa la dinámica de la cadera y los cuádriceps. Esta prueba impone mayores demandas mecánicas en comparación con una sentadilla bilateral, lo que puede inducir movimientos compensatorios como el valgo de la rodilla. Esto puede ser atribuido, en parte, a la base de soporte más pequeña y la necesidad de un mayor control dinámico en todos los planos durante la sentadilla de una sola extremidad.

Se evalúan cinco criterios en cada repetición. Para que el resultado del examen sea considerado negativo, es decir, que no se encuentren indicaciones de algún problema, el paciente debe cumplir al menos cuatro de los cinco criterios evaluados de manera satisfactoria. Si se cumplen menos de cuatro criterios, el resultado del examen se considera positivo, indicando la presencia de algún problema.

Criterios:

- Movimiento del tronco (inclinación hacia adelante, rotación lateral, flexión lateral, rotación torácica).

- Postura de la pelvis (inclinación o rotación).
- Postura de la articulación de la cadera (aducción o rotación interna).
- Postura de la rodilla (en valgo o temblor de estas).
- Profundidad de la sentadilla (comparación con bilateralmente)

■ **Estabilidad de cadera**

El paciente se coloca en posición lateral con ambas piernas flexionadas a 45° de cadera y 90° de rodilla, con la pierna a evaluar por encima de la otra. Se le indica al paciente que levante la rodilla de la pierna superior manteniendo los talones en contacto, con la cadera en 20° de abducción. Se coloca un dinamómetro lateralmente a 5 cm por encima de la articulación de la rodilla. El paciente debe separar las rodillas con la mayor fuerza posible sin que los pies pierdan contacto.

La prueba se considera positiva, es decir, que presenta alguna indicación de problema, si el paciente no alcanza los valores mínimos de fuerza en los siguientes aspectos:

- Abductores (hombres, $\leq 37\%$ peso corporal; mujeres, $\leq 30\%$ peso corporal).
- Rotadores externos (hombres, $\leq 13\%$ peso corporal; mujeres, $\leq 17\%$ peso corporal).
- Extensores (hombres, $\leq 28\%$ peso corporal; mujeres, $\leq 30\%$ peso corporal).

■ **Extensión de la rodilla**

En esta prueba, el paciente se sienta con la pierna de interés en rotación de cadera de 0° y rodilla flexionada a 60°. Se coloca un dinamómetro a 2,5 cm por encima del maléolo medial. El paciente debe realizar una contracción isométrica máxima durante 7 segundos, con 1 minuto de descanso entre pruebas para evitar fatiga.

La prueba se considera positiva, es decir, que presenta alguna indicación de problema, si el paciente no alcanza los valores mínimos de fuerza en los extensores de rodilla (hombres, $\leq 44\%$ peso corporal; mujeres, $\leq 37\%$ peso corporal).

■ **Test de movilidad del pie**

Se le pide al paciente que se ponga de pie en una plataforma de medición del pie, para posteriormente, distinguir con un medidor digital la altura del arco dorsal entre la posición de carga de peso y también en una posición de reposo o descarga de peso. Luego hacer el mismo procedimiento de carga y descarga, pero ahora medir el ancho del pie medio.

Si existe una diferencia mayor a 11 milímetros entre la posición de carga y descarga de peso, tanto en la medición del ancho del pie medio como en su arco dorsal, se considerará que el dolor patelofemoral puede deberse a una hipermovilidad del pie.

■ Índice de postura del pie

El índice de postura es una herramienta clínica que cuantifica el grado en que un pie está en pronación o supinación. El paciente debe pararse en su posición de postura relajada con soporte de doble extremidad. Se debe indicar al paciente que se quede quieto, con los brazos a un lado y mirando hacia adelante.

Cada una de las apreciaciones en el paciente tienen un puntaje asignado al paciente que fluctúa entre -2, -1, 0, +1, +2.

- 0 es para una postura neutra.
- -2 para signos claros de supinación.
- +2 para signos claros de pronación. Para ver signos de hipermovilidad se considera que el paciente debe tener un puntaje asociado > 6 .

■ Test de longitud muscular

- Levantamiento de pierna recta: Prueba para medir la flexibilidad de los músculos isquiotibiales. Sujeto en posición supina, el examinador levanta una de las extremidades de manera recta y mide el ángulo en la cadera con un goniómetro.
- Flexión de rodilla en prono: Prueba para medir la flexibilidad del cuádriceps. Sujeto en posición prono con flexión de rodilla al máximo, se mide el ángulo de la rodilla con un goniómetro.
- Test de Ober: Prueba para medir la movilidad de la banda iliotibial. Sujeto en posición decúbito lateral, apoyado sobre el lado contrario a examinar y con la rodilla de la pierna a examinar a 90° de flexión. El examinador estabiliza la pelvis con una mano y con la otra sostiene la pierna por la cara medial de la tibia distal. Pasivamente abduce y extiende la cadera del paciente para medir con un inclinómetro la elevación.
- Dorsiflexión de tobillo: Prueba para medir la flexibilidad tanto del gastrocnemio como del sóleo. Dorsiflexión con la rodilla extendida y nuevamente con la rodilla flexionada a 90°, respectivamente. Con el sujeto de decúbito supino, el goniómetro se coloca con el brazo fijo paralelo a la bisección lateral de la pierna y el brazo móvil paralelo al quinto metatarsiano.

Para ser considerado con hipomovilidad, el paciente debe presentar más de una de las siguientes complejidades en los test:

- Isquiotibial en levantamiento de pierna: menos de 79.1°.

- Cuádriceps en flexión de rodilla prono: menos de 134.0°.
- Banda iliotibial en test de Ober: menos de 11.0°.
- Sóleo en dorsiflexión de tobillo con rodilla flectada a 90°: menos de 14.8°.
- Gastrocnemio en dorsiflexión de tobillo con rodilla extendida: menos de 7.4°.

■ **Test de tilt patelar**

Prueba especial utilizada para evaluación de dolor patelofemoral. Se realiza con el paciente en decúbito supino, con la rodilla extendida. El examinador, utilizando ambos pulgares e índices, palpa los bordes medial y lateral de la rótula, intentando deprimir el borde medial y elevar el borde lateral.

El test se considera positivo cuando hay una elevación del borde lateral de la rótula mayor a 15 grados o menor a 0 grados, lo que indica la presencia de un problema.

■ **Test Kujala**

Es un cuestionario diseñado para evaluar la función de la rodilla, consiste en preguntas sobre diferentes aspectos de la función de la rodilla, como el dolor, la rigidez y la capacidad funcional. Cada pregunta tiene opciones de respuesta que se puntúan según la dificultad o molestia experimentada por el paciente.

La puntuación total varía de 0 a 100, los puntajes se distribuyen de acuerdo a las respuestas de los pacientes, donde una puntuación más alta indica una función de la rodilla más saludable, como se muestra en la Tabla A.1, que se encuentra disponible en el Anexo A [6].

Se utiliza comúnmente en la práctica clínica y en la investigación para medir el resultado de intervenciones terapéuticas o quirúrgicas en pacientes con lesiones de rodilla. Es una herramienta útil para evaluar la función de la rodilla desde la perspectiva del paciente.

2.3.2 Dolor cervical

El dolor cervical es un problema común que afecta a una gran parte de la población en algún momento de sus vidas. A menudo, el origen del dolor cervical es difícil de determinar y puede llevar a discapacidad a largo plazo en una proporción significativa de los pacientes [7].

La clasificación del dolor crónico de cuello por la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP) define el dolor cervical como cualquier dolor percibido en la región posterior de la columna cervical, desde la línea nucal superior hasta la primera apófisis espinosa torácica.

Este dolor puede manifestarse de diversas formas, incluida la hiperalgesia a la presión bilateral en la región cervical, puntos gatillo activos en varios músculos, dolor localizado o irradiado a otras áreas, rigidez articular y disminución del rango de movimiento cervical, entre otros.

Se han identificado varios factores de riesgo para el desarrollo de dolor cervical crónico, incluida la intensidad del dolor, la discapacidad autoinformada, los síntomas de estrés postraumático, las creencias catastrofistas y la hiperalgesia al frío. La evaluación clínica y la determinación del pronóstico se basan en la comprensión del curso clínico de la afección y la identificación de factores que pueden influir en ese curso.

El manejo del dolor cervical involucra una variedad de enfoques, que incluyen educación al paciente, terapia manual, ejercicio terapéutico, modalidades físicas y otros tratamientos conservadores. La elección de la intervención depende del estadio de la afección (agudo, subagudo o crónico) y la presentación clínica específica del paciente [8].

Por lo tanto, el dolor cervical es un problema de salud común que puede ser debilitante si no se trata adecuadamente. La evaluación clínica integral y la aplicación de intervenciones específicas basadas en el estadio de la afección y las necesidades individuales del paciente son fundamentales para lograr resultados óptimos en el manejo del dolor cervical.

Exámenes asociados al dolor cervical

En colaboración con la Kinesióloga Katherinne Muñoz y el profesor Mario Muñoz B., se ha llevado a cabo un análisis para determinar los exámenes más pertinentes en la evaluación de pacientes con dolor cervical. Esta etapa del estudio se centra en identificar y describir los procedimientos que no solo son relevantes para el diagnóstico preciso, sino también para entender cómo interpretar los resultados positivos y negativos. A continuación, se detallarán los exámenes seleccionados, sus modalidades de aplicación y los criterios de cada examen en la detección y manejo de la patología.

■ Test de flexión-rotación cervical

Este examen se utiliza para diagnosticar restricciones en la parte superior de la columna cervical, específicamente entre las vértebras C1 y C2. Es útil para identificar posibles problemas como la cefalea cervicogénica, ya que evalúa la movilidad rotacional en flexión del cuello.

El paciente debe estar acostado boca arriba (decúbito supino) con la cabeza alineada y en una posición neutral. Se le pide que mantenga una postura relajada, sin mover activamente la cabeza.

El examinador sujeta la cabeza con ambas manos, aplicando una ligera presión para estabilizarla. A continuación, el examinador realiza una flexión pasiva del cuello, acercando la barbilla del paciente hacia el pecho. Mientras se mantiene esta flexión, se procede a rotar la cabeza pasivamente hacia un lado. El objetivo es evaluar la cantidad de rotación que se puede alcanzar sin provocar molestias significativas ni restricciones.

La rotación se mide con un goniómetro o mediante observación visual, comparando la movilidad entre ambos lados. Se considera un resultado positivo si hay una diferencia de al menos 10 grados de rotación entre ambos lados. Un resultado negativo indica que la rotación se encuentra dentro del rango normal de 44 grados, lo que sugiere una adecuada movilidad cervical [9].

■ **Test de rotación axial**

Se utiliza para evaluar la movilidad rotacional de la columna cervical. Es útil para detectar restricciones en la amplitud de movimiento de las articulaciones cervicales.

El paciente se sienta con la espalda recta y la cabeza en una posición neutral. El examinador sujeta la cabeza del paciente con ambas manos y realiza una rotación pasiva de la cabeza hacia un lado, aplicando una rotación axial suave sin provocar molestias. Después, se repite el mismo procedimiento hacia el otro lado.

Se evalúa la cantidad de rotación lograda en cada dirección, y se observan posibles asimetrías o restricciones (test positivo). El objetivo es comparar la movilidad en ambos lados para determinar si hay una limitación en la amplitud de movimiento [10].

■ **Test de rotación de columna cervical**

Se utiliza para evaluar la movilidad rotacional de la columna cervical y detectar restricciones en la amplitud de movimiento.

El paciente se sienta con la espalda recta y la cabeza en una posición neutral. El examinador sujeta la cabeza del paciente y realiza una rotación pasiva de la cabeza hacia un lado, aplicando una rotación suave sin provocar molestias. Luego, se repite el procedimiento hacia el otro lado.

Se evalúa la cantidad de rotación lograda en cada dirección y se observan posibles asimetrías o restricciones. El objetivo es comparar la movilidad en ambos lados para determinar si hay limitaciones en la amplitud de movimiento.

Se considera un resultado positivo cuando hay una restricción significativa en la rotación cervical, observándose asimetrías o limitaciones en la amplitud de movimiento, especialmente si la rotación es inferior a lo esperado (superior a 45° en cada lado). Un resultado negativo indicaría que la rotación es simétrica y dentro del rango esperado, sin restricciones ni molestias [11].

■ **Test de flexión cervical**

Se realiza con el paciente en decúbito supino, sin almohada y con las rodillas flexionadas. Se le pide que realice una flexión cervical suave, llevando el mentón hacia el pecho en un movimiento controlado, similar a un "doble mentón". El examinador observa la calidad del movimiento y evalúa si el paciente puede mantener el control y la estabilidad del cuello.

Un resultado positivo indica restricción significativa en la movilidad o dolor durante el movimiento, lo que sugiere disfunción cervical. Por otro lado, un resultado negativo se define por una amplitud de movimiento adecuada sin dolor, lo que sugiere una función cervical normal [12].

■ **Puntos gatillo**

Los puntos gatillo son áreas hiperirritables dentro de un músculo que pueden causar dolor localizado, sensibilidad y a menudo provocar dolor referido a otras áreas del cuerpo.

La técnica para examinar manualmente los puntos gatillo comienza con el paciente en una posición cómoda, generalmente acostado en una camilla. Se solicita que informe cualquier dolor o molestia durante la evaluación.

Se palpan varios músculos; el trapecio superior, el esternocleidomastoideo, el temporal y los suboccipitales, buscando áreas de sensibilidad o nódulos. Al aplicar presión en los puntos sospechosos, un resultado positivo se confirma si el paciente experimenta dolor referido o sensibilidad notable. Se registran los hallazgos de cada evaluación [10].

■ **Test resistencia de flexores profundos del cuello**

El paciente se acuesta en decúbito supino y retrae el mentón al máximo, manteniéndolo mientras levanta la cabeza y el cuello hasta que logra que la cabeza esté entre 2 y 5 cm por encima de la mesa de exploración. El examinador coloca una mano debajo del occipucio del paciente y observa los pliegues de la piel resultantes del movimiento. La prueba finaliza cuando los pliegues se separan o la cabeza toca la mano del examinador.

Un resultado positivo se considera si el paciente puede mantener la posición menos de 24 segundos, indicando una posible disfunción en la flexión cervical, mientras que un resultado negativo indica que puede sostenerla durante 39 ± 26 segundos, lo que sugiere una función normal [13].

■ **Test de flexión cráneo-cervical con Stabilizer**

Con el sujeto en posición supina, se utiliza un dispositivo de presión inflable que se coloca en la zona cervical, con una presión base de 20 mmHg, y el sujeto debe lograr una contracción de los flexores cervicales profundos para incrementar la presión en incrementos de 2 mmHg, manteniendo

cada nivel durante 10 segundos. El objetivo es alcanzar hasta 30 mmHg, y si el sujeto no puede sostener la contracción durante el tiempo indicado, se reduce la presión en 2 mmHg para intentar nuevamente.

Este test se considera positivo si el sujeto muestra déficits de fuerza muscular, lo que se puede evidenciar por una incapacidad para mantener la presión requerida o por el uso de compensaciones (como activar músculos superficiales) durante la prueba. En contraste, un resultado negativo se considera cuando el sujeto puede mantener la presión adecuada sin compensaciones ni dolor [14].

■ **Cervical joint position error test**

Se utiliza para evaluar la capacidad de un paciente, con los ojos vendados, para volver a colocar su cabeza en una posición neutral predeterminada tras realizar un movimiento cervical. Este test mide la propiocepción cervicocraneal y es útil para identificar déficits propioceptivos en pacientes con dolor cervical, especialmente aquellos con traumas o dolores crónicos.

El paciente se sienta en una silla con un objetivo (un círculo de 40 cm de diámetro) colocado a 90 cm de distancia, a la altura de su cabeza. Se utiliza un puntero láser fijado a una banda ligera en la cabeza del paciente. Se le pide que enfoque en su posición de cabeza natural y, luego, mueva lentamente su cabeza en un plano de movimiento (izquierda, derecha, flexión o extensión cervical) e intente volver a la posición inicial lo más precisamente posible.

Se mide la distancia en centímetros entre la posición inicial y la posición donde el paciente cree haber regresado. Esta distancia se convierte a grados usando una fórmula específica. Se realizan al menos tres ensayos y se calcula el error promedio. Si el error promedio excede 4.5 grados (más de 7 cm del objetivo), se considera un test positivo, es decir, que el paciente tiene un déficit propioceptivo; si es menor, no hay déficit (test negativo) [15].

■ **Test de Spurling**

Se utiliza para evaluar la presencia de compresión o irritación nerviosa en la columna cervical. Se usa en la evaluación de pacientes con síntomas de radiculopatía cervical, como dolor, entumecimiento, hormigueo o debilidad que se irradia hacia los brazos y las manos.

El paciente se coloca en una posición sentada, con la columna cervical en una posición neutral. Se le solicita que mantenga una postura relajada. El examinador coloca una mano sobre la cabeza del paciente, aplicando una ligera presión hacia abajo y hacia el lado del lado afectado.

Mientras se mantiene esta presión, el examinador inclina la cabeza del paciente hacia el mismo lado que se está evaluando, aplicando una leve rotación hacia ese lado. El paciente debe informar cualquier sensación de dolor, entumecimiento, hormigueo o aumento de los síntomas que pueda

experimental durante la prueba. La presión y la inclinación de la cabeza se mantienen durante unos segundos antes de ser liberadas.

Un resultado positivo es cuando la aplicación del test provoca o agrava los síntomas del paciente. Esto sugiere la presencia de compresión o irritación nerviosa en la columna cervical [16].

■ **Test neurodinámico**

Se utiliza para evaluar la movilidad y la irritabilidad del nervio mediano, particularmente en la región del codo y la muñeca. Este test es comúnmente utilizado en la evaluación de pacientes con síntomas de compresión del nervio mediano.

El paciente se coloca en posición supina, con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo y las palmas hacia arriba. Se le solicita al paciente que coopere manteniendo una postura relajada.

El examinador levanta el brazo del paciente en el lado a evaluar, extendiendo el codo y elevando el hombro a aproximadamente 90 grados. Se flexiona la muñeca del paciente hacia atrás, llevando los dedos hacia el antebrazo, mientras se extienden las articulaciones metacarpofalángicas. Al mismo tiempo, se realiza una supinación del antebrazo y una ligera flexión lateral del cuello hacia el lado contrario al brazo que se está evaluando.

Se le pide al paciente que informe cualquier sensación de estiramiento, tirantez, dolor o síntomas de hormigueo que pueda experimentar durante la prueba. Si el paciente tolera la posición inicial sin síntomas, se pueden agregar movimientos adicionales para aumentar la tensión en el nervio mediano [17].

Un resultado positivo se observa cuando la aplicación de la tensión en el nervio provoca o agrava los síntomas del paciente. Esto sugiere la presencia de irritabilidad del nervio y puede indicar la presencia de compresión o atrapamiento del nervio mediano en la región del codo o la muñeca [18].

■ **Test movilidad segmentaria cervical**

Se utiliza para evaluar el rango de movimiento específico de las articulaciones entre las vértebras cervicales, identificando posibles restricciones o hipermovilidades. Durante la evaluación, el fisioterapeuta aplica movimientos pasivos y localizados en cada segmento vertebral cervical para determinar la movilidad normal, limitada o excesiva. Este test se realiza con el paciente en posición supina, mientras el examinador aplica fuerzas suaves para mover de forma pasiva las articulaciones cervicales.

El test se considera positivo si hay una restricción de movimiento segmentario en una o más vértebras cervicales, lo que indica una posible disfunción o hipomovilidad. También puede ser positivo

si el movimiento genera dolor en el segmento específico. El test es negativo cuando se observa una movilidad normal y sin dolor en todos los segmentos vertebrales evaluados [19].

En base a todos los exámenes revisados de ambas patologías, se desarrollarán casos clínicos evaluados con los exámenes correspondientes. Lo cual, permitirá determinar el tratamiento más adecuado para cada paciente, asegurando un enfoque personalizado en la gestión de las condiciones estudiadas.

2.4 Trabajos previos

Se ha investigado la memoria de título centrada en el desarrollo de una aplicación móvil de razonamiento clínico enfocada en la disfunción patelofemoral. Además, se examinó una aplicación móvil relacionada, disponible en internet para estudiar su funcionamiento y comparar estrategias implementadas. Estos estudios previos proporcionan una idea fundamental para lograr crear el diseño de la aplicación de razonamiento clínico.

2.4.1 Aplicación móvil para razonamiento clínico y decisiones terapéuticas sobre patología de disfunción patelofemoral

Se ha desarrollado anteriormente una aplicación móvil de razonamiento clínico con un enfoque estructurado para el diagnóstico y manejo de la disfunción patelofemoral, como parte de la Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción por Felipe Torrez Alcayaga, quien optaba al título profesional de Ingeniero Civil Biomédico [5].

La aplicación se desarrolló en Android Studio y ofrece acceso a tres casos clínicos detallados, presentados de manera sistemática. Cada caso clínico comienza con la historia clínica del paciente, que incluye información relevante como antecedentes médicos y síntomas actuales, ayudando a contextualizar la situación del paciente y guiar el proceso de toma de decisiones clínicas (Fig. 2.1). A continuación, se describen brevemente los tres casos clínicos:

- **Caso clínico 1:** María, 44 años, presenta déficit de coordinación en condición aguda.
- **Caso clínico 2:** Juan, 17 años, no apropiado para evaluación y tratamiento kinesiológico.
- **Caso clínico 3:** Romina, 30 años, presenta déficit de movilidad, en condición no aguda.

Tras la revisión de la historia clínica, la aplicación proporciona un módulo de exploración física completa, permitiendo realizar una evaluación exhaustiva de cada paciente. Posteriormente, se presenta un módulo de clasificación y exámenes asociados para organizar los hallazgos clínicos y considerar las opciones diagnósticas (Fig. 2.2). Cada caso concluye con preguntas de clasificación, que evalúan la comprensión del usuario sobre la patología y guían la toma de decisiones clínicas. Luego, se muestra la resolución esperada y los tratamientos sugeridos (Fig. 2.3).

Todo este proceso se resume en un conjunto de diagramas de decisiones que ilustran las diversas opciones disponibles para gestionar la DPF en cada uno de los casos clínicos. En el anexo B se detallan en profundidad los 3 casos clínicos, y también, se muestran los diagramas adaptados de cada caso clínico para entender el razonamiento clínico utilizado.



Fig. 2.1: Pantalla principal, casos clínicos y historial clínico del caso 1 de la aplicación móvil relacionada a la disfunción patelofemoral.



Fig. 2.2: Exámenes mostrados, descripción y hallazgos de la aplicación móvil relacionada a la disfunción patelofemoral.



Fig. 2.3: Preguntas y resolución de la aplicación móvil relacionada a la disfunción patelofemoral.

2.4.2 Aplicación móvil de razonamiento clínico "MayaEDU"

Se estudió la aplicación móvil "MayaEDU" [20], una herramienta interactiva en educación clínica diseñada para el diagnóstico y la capacitación en pensamiento crítico. Dirigida a estudiantes de medicina, residentes e instructores, se enfoca en el razonamiento clínico, presentando una amplia variedad de casos que abarcan diversas patologías.

Los usuarios deben crear una cuenta para acceder a la plataforma, la cual ofrece una prueba gratuita de 30 días. Después del período de prueba, tiene una suscripción anual por \$59.990 CLP. Actualmente, está disponible únicamente en inglés, y proporciona un entorno educativo interactivo donde los usuarios pueden desarrollar habilidades clave como la toma de decisiones clínicas y la interpretación de síntomas. Además, permite a las universidades añadir casos clínicos en tiempo real, con resultados de laboratorio, signos, síntomas y antecedentes familiares, lo que permite a los estudiantes practicar el diagnóstico y prepararse para situaciones impredecibles.

Finalmente, la plataforma ofrece preguntas de práctica para diferentes materias con explicaciones detalladas, respuestas correctas y evaluaciones. En la Fig. 2.4 se muestra la pantalla inicial de la aplicación, donde se puede seleccionar un caso clínico específico. En la Fig 2.5, incluye el historial clínico del paciente, los resultados de exámenes físicos y preguntas asociadas. La interfaz permite al usuario entregar respuestas abiertas que se van completando a medida que se muestra más información clínica.

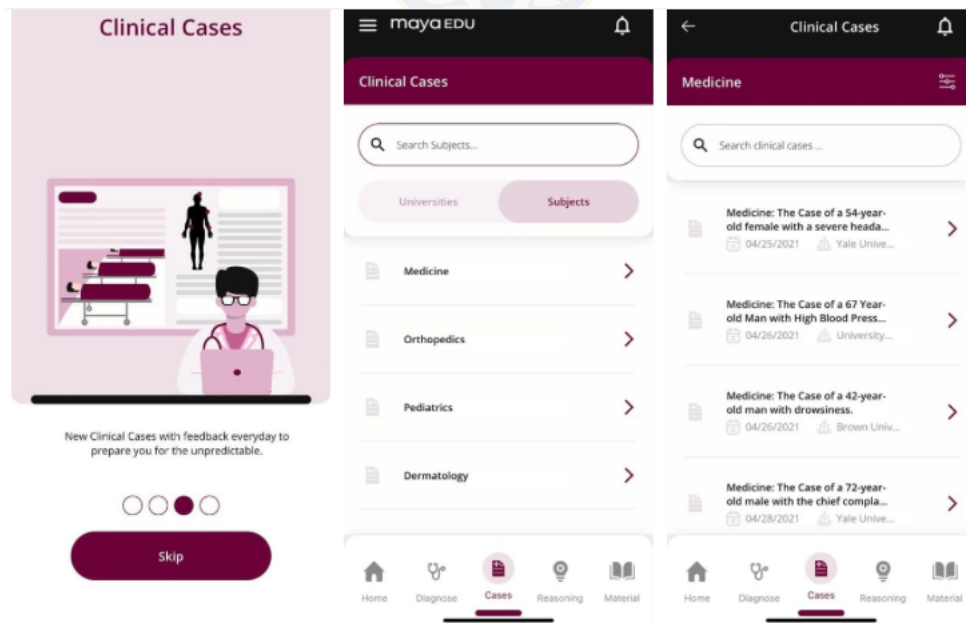


Fig. 2.4: Pantalla inicial de la aplicación "MayaEdu", visualización de las opciones de materias disponibles, y casos clínicos asociados a una de las opciones.

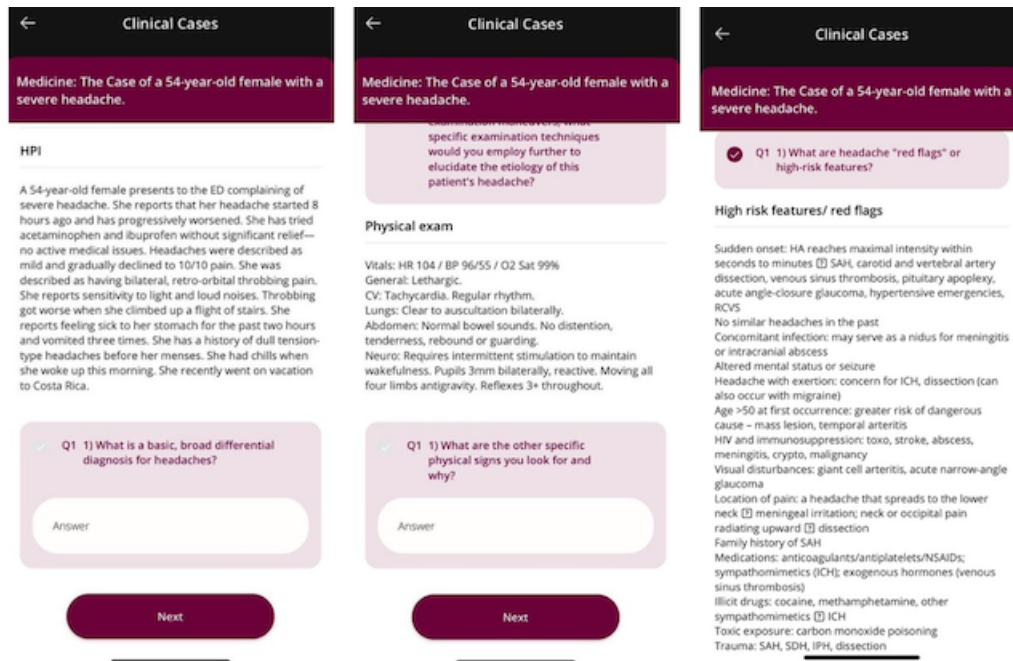


Fig. 2.5: Visualización de selección de un caso clínico aleatorio, junto a su historia clínica, exámenes y preguntas asociadas.

2.5 Software para el desarrollo de aplicaciones móviles

En el desarrollo de aplicaciones móviles, la elección de las herramientas adecuadas juega un papel crucial en la eficiencia del proceso. En el contexto de la aplicación anterior relacionada a la DPF, se utilizó Android Studio para implementar su desarrollo.

En esta ocasión, se amplía el enfoque con Flutter, una tecnología que permite la creación de aplicaciones multiplataforma, no solo para Android, sino también para iOS y otros dispositivos. Además, se introduce Flutter Flow, una plataforma intuitiva y amigable que se ha estudiado en profundidad.

2.5.1 Android Studio

Android Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) desarrollado por Google, se destaca como una herramienta fundamental para el desarrollo de aplicaciones móviles en la plataforma Android ya que simplifica el proceso de creación de aplicaciones con su interfaz de usuario intuitiva y amigable. Además, ofrece una amplia gama de herramientas y funcionalidades que optimizan el trabajo de desarrollo [21].

Una de sus ventajas principales radica en su conjunto completo de herramientas, que incluyen asistentes para la creación de proyectos, editores de diseño visual, herramientas de depuración avanzadas y emuladores de dispositivos Android. Gracias a estas características, es posible crear y depurar aplicaciones de manera eficiente y efectiva.

2.5.2 Flutter

Flutter es una estructura conceptual y tecnológica que sirve de base para el desarrollo y la implementación de aplicaciones, sistemas y soluciones tecnológicas, proporcionando un conjunto de herramientas, bibliotecas, estándares y guías que facilitan el proceso de desarrollo al ofrecer una estructura predefinida y funcionalidades comunes (framework) de código abierto desarrollado por Google para crear aplicaciones nativas para dispositivos móviles, web y de escritorio desde una sola base de código [22].

La principal ventaja y por lo que es bastante recomendado, es su capacidad para compilar aplicaciones para múltiples plataformas, incluyendo Android, iOS, web y escritorio, y también permite un desarrollo rápido de aplicaciones al proporcionar un conjunto de widgets personalizables y una arquitectura de desarrollo reactiva.

2.5.3 Flutter Flow

Es una plataforma visual para el desarrollo de aplicaciones móviles utilizando Flutter, proporciona una interfaz gráfica de usuario (GUI) intuitiva que permite a los desarrolladores diseñar y prototipar aplicaciones Flutter sin necesidad de escribir código [23].

Algunos de sus beneficios incluyen un rápido desarrollo de prototipos, ya que su plataforma ofrece una interfaz visual intuitiva que facilita la creación y modificación de diseños de aplicaciones, además permite exportar sus diseños y convertirlos fácilmente en código Flutter, lo que facilita la transición del diseño a la implementación. Al permitir a los desarrolladores visualizar y probar el diseño de una aplicación antes de escribir código, ayuda a identificar y corregir errores de diseño temprano en el proceso de desarrollo.

De los software anteriores, se eligió la plataforma Flutter Flow para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación, debido a su enfoque altamente visual y su capacidad para facilitar la creación de diseños de manera intuitiva. Además, ofrece una integración fluida con el desarrollo de código, lo cual es beneficioso para aquellos que tienen conocimientos previos en programación. Esto permite implementar fácilmente

las variables y lógica necesarias dentro de los diseños creados visualmente, mejorando la eficiencia y precisión en el desarrollo de la aplicación.

2.6 Discusión

La creación de una aplicación que sirva como herramienta de apoyo para los estudiantes de kinesiología es importante para su aprendizaje. Dado que ya existe una aplicación enfocada en la DPF, surge la necesidad de expandir su utilidad incorporando nuevas patologías, como lo es el dolor cervical, una patología muy común en el ámbito de la kinesiología. Se plantea la idea de diseñar esta nueva versión como un juego educativo, lo cual añadiría un componente de interactividad y entretenimiento al proceso de aprendizaje.

Al estudiar la aplicación móvil "MayaEDU", se logra destacar su amplia variedad de casos clínicos implementados y un método claro de entrega de datos. Esta aplicación proporciona una estructura organizada para presentar información relevante de manera secuencial. Este enfoque puede ser inspirador para el diseño de la aplicación, ya que facilita un aprendizaje interactivo que promueve el pensamiento crítico y clínico.

A su vez, al evaluar la aplicación de la memoria de título relacionada, se identifica la oportunidad de introducir mejoras significativas para transformarla en una experiencia más atractiva y dinámica. Para ello, se propone principalmente aumentar la interacción del usuario mediante la inclusión de más casos clínicos, además, agregar botones de volver al inicio al finalizar cada resolución del caso clínico.

Para llevar a cabo esta nueva versión mejorada de la aplicación, se planea reutilizar los detalles de los casos clínicos existentes, pero se rediseñará por completo la interfaz de usuario para adaptarla a la plataforma Flutter Flow, mejorando a su vez, la redacción de los casos.

Además, es crucial estudiar los exámenes realizados en la aplicación anterior, ya que una interpretación adecuada es fundamental para asegurar la eficacia clínica. Se propone incorporar recursos educativos que acompañen la realización de estos exámenes, así como detalles específicos sobre las patologías en cuestión. Estas mejoras tienen como objetivo no solo mejorar la comprensión de los hallazgos clínicos, sino también fortalecer la efectividad de la aplicación en la práctica clínica.

Capítulo 3. Casos clínicos

3.1 Introducción

Este capítulo se enfoca en la definición de nuevos casos clínicos relacionados con el dolor cervical. Se presentan casos clínicos ficticios que ilustran diferentes presentaciones del dolor cervical, incluyendo sus historias clínicas, resultados de exámenes y tratamientos recomendados.

3.2 Casos clínicos nuevos relacionados al dolor cervical

Se crearon cinco casos clínicos en colaboración con la Kinesióloga Katherinne Muñoz S. y el profesor Mario Muñoz B. los cuales abarcan distintas manifestaciones de la patología, como el dolor cervical agudo, subagudo y crónico, cada uno con sus respectivos diagnósticos y tratamientos. Este enfoque permite explorar diversos aspectos de la patología y evaluar diferentes escenarios clínicos, proporcionando una base sólida para el desarrollo del diseño de la aplicación móvil. Es importante destacar que todos los casos han sido completamente creados e inventados para proporcionar un enfoque simulado de casos clínicos reales.

3.2.1 Caso clínico 1: Dolor cervical agudo con déficits de coordinación de movimiento (WAD).

Historia Clínica: Benjamín, de 35 años, acude a la clínica quejándose de dolor de cuello después de sufrir un accidente automovilístico hace tres días. Buscó atención médica en el hospital después del accidente, pero no se le encontró ninguna lesión significativa según criterios NEXUS [24]. Actualmente experimenta dolor en el cuello y hombros, mareos y dificultad para concentrarse. Ha notado que su cuello se siente rígido y le cuesta moverlo.

Resultados de exámenes:

- **Test flexión-rotación cervical:** Positivo. Diferencia de 15° de rotación entre ambos lados del cuello, indica una limitación significativa en la movilidad cervical.

- **Test rotación columna cervical:** Positivo. Restricción de desde los 45° de rotación que indica afección en esta zona.
- **Puntos gatillo:** Positivo. Puntos gatillo palpables en los músculos del cuello y hombros, sensibles a la presión y refieren dolor a otras áreas.
- **Test de resistencia de los flexores profundos del cuello:** Positivo. Mantuvo la posición durante 25 segundos, reportando incomodidad, lo que sugiere un déficit de fuerza muscular.
- **Cervical joint position error test:** Positivo. Se observa una distancia de error de aprox. 7,1 cm, lo que indica un error significativo de 4,5°, sugiriendo, sugiriendo un déficit propioceptivo.

Interpretación esperada: Benjamín presenta un cuadro clínico de Whiplash agudo [25], provocado por un mecanismo de aceleración y desaceleración brusca. Según la clasificación del Canadian Task Force, corresponde a un Whiplash de grado II, que afecta principalmente las estructuras de soporte del cuello. Entre sus síntomas se incluyen mareos y dificultades para concentrarse, los cuales son parte del cuadro clínico y tienden a ser autolimitados. Es fundamental prestar atención a los síntomas cervicales, así como a la fuerza y coordinación muscular, monitoreando su evolución de manera objetiva. Además, es esencial brindar orientación sobre el buen pronóstico del Whiplash y la ausencia de hallazgos que sugieran un problema más grave, proporcionando tranquilidad para favorecer una recuperación adecuada.

Tratamiento adecuado:

- **Recomendación de actividad:** Educar al paciente para que se mantenga activo dentro de los límites de su dolor, favoreciendo la recuperación y el retorno a sus actividades normales.
- **Ejercicios de rango de movimiento (ROM) cervical y estiramiento:** Promover la movilidad cervical con ejercicios activos, tratamiento miofascial y movilización manual de baja velocidad. Fortalecer el cuello mediante ejercicios isométricos para mejorar la estabilidad y reducir el dolor.
- **Ejercicios de fuerza y control neuromuscular:** Incluir ejercicios de baja carga para los músculos craneocervicales, isométricos, de propiocepción, y fortalecer la musculatura escapulotorácica para mejorar el control muscular y la resistencia.

3.2.2 Caso clínico 2: Dolor cervical subagudo con déficits de movilidad

Historia clínica: Karla, de 39 años, visita la clínica quejándose de dolor de cuello que ha estado empeorando durante las últimas cuatro semanas. Describe un dolor constante y unilateral en el cuello,

con limitación en el movimiento que reproduce sus síntomas. También experimenta dolor referido en el hombro y la región escapular. Tiende a evitar la actividad física debido a la creencia de que podría empeorar su dolor.

Resultados de exámenes:

- **Test flexión cervical:** Positivo. Alteración de la movilidad global en el final del rango de movimiento. Durante el movimiento inclina la cabeza a derecha en flexión y a izquierda a extensión.
- **Test flexión-rotación cervical:** Negativo. No se detectaron restricciones significativas en la movilidad de la columna cervical alta, lo que sugiere que no hay disfunción en esa área específica.
- **Test rotación axial:** Positivo. Restricción de 15° en la rotación axial, sugiriendo afectación articular en la región cervical inferior.
- **Test de movilidad segmentaria:** Positivo. Dolor de la movilización postero-anterior zona C5, C6 y C7. Hipercifosis con presencia de rigidez segmentaria y global.
- **Puntos gatillo:** Positivo. Puntos gatillo palpables en los músculos del cuello y hombros, sensibles a la presión y refieren dolor a otras áreas.
- **Test de flexión cráneo-cervical con Stabilizer:** Positivo. Al intentar aumentar a 26 mmHg, no pudo mantener la contracción sin activar los músculos superficiales del cuello. Esto indicó un déficit de fuerza muscular.

Interpretación esperada: Karla presenta un cuadro de dolor cervical subagudo con déficits significativos de movilidad, como se evidencia en la restricción de la rotación cervical y limitaciones en la movilidad segmentaria y global tanto de la columna cervical baja como de la columna torácica. Además, los puntos gatillo sensibles y el resultado positivo en la prueba de fuerza con el Stabilizer indican una disminución de la función muscular.

Tratamiento adecuado:

- **Recomendación de actividad:** Se aconseja a Karla reanudar sus actividades diarias habituales, destacando que la actividad física, en particular, es beneficiosa para su recuperación.
- **Terapia manual:** Movilización cervical y manipulación-movilización torácica para mejorar la movilidad articular y reducir la rigidez. Se recomiendan estrategias de liberación miofascial para mejorar la movilidad segmentaria y global de la columna cervicotorácica [26].

- **Terapia de electroestimulación nerviosa transcutánea (TENS):** Se utiliza para controlar el dolor, aplicando agentes electrofísicos que disminuyan la sensación dolorosa a corto plazo, permitiendo realizar ejercicios con menos molestia [27].
- **Sesiones supervisadas de ejercicio:** Estas sesiones se centran en potenciar el segmento cervico-torácico-escapular. Se incluyen ejercicios de rango de movimiento cervical, activación de la musculatura cervical y fortalecimiento de la cintura escapular [28].

3.2.3 Caso clínico 3: Dolor cervical crónico con dolor de cabeza (cervicogénico).

Historia Clínica: Elena, una trabajadora administrativa de 55 años, presenta un dolor de cabeza bilateral desde hace 3 meses, el cual se agrava con ciertos movimientos del cuello o al mantener posiciones prolongadas. Además, experimenta dolor en el cuello de manera unilateral en el lado derecho, junto con sensibilidad en los músculos pericraneales, especialmente en las zonas frontal y temporal.

Resultados de exámenes:

- **Test de rotación cervical:** Positivo. Dolor leve en los primeros 45° de la rotación hacia la derecha.
- **Test de flexión-rotación cervical:** Positivo. Se observa una disminución de 20° en la rotación hacia la derecha.
- **Test de movilidad segmentaria cervical:** Positivo. Dolor durante la movilización postero-anterior en el segmento C1-C2 a la derecha.
- **Test de resistencia de los flexores profundos del cuello:** Positivo. No pudo mantener la posición adecuada durante el test, con un tiempo inferior al promedio esperado, indicando déficits de fuerza muscular.
- **Cervical joint position error:** Positivo. Se observa una distancia de error de aprox. 7,1 cm, lo que indica un error significativo de 4,5°, sugiriendo, sugiriendo un déficit propioceptivo.

Interpretación esperada: Elena presenta un cuadro clínico compatible con dolor cervical crónico asociado a cefalea. Es fundamental abordar la movilidad segmentaria en la columna cervical alta, así como corregir las deficiencias musculares identificadas. Además, es importante promover hábitos de vida saludables, que incluyan actividad física regular, un adecuado patrón de sueño, y la reducción del

estrés. Estos aspectos deben ser tratados a través de educación al paciente, con el fin de favorecer su recuperación y prevenir la recurrencia del dolor.

Tratamiento adecuado:

- **Educación al paciente:** Se le debe informar sobre la importancia de volver pronto a sus actividades diarias y adoptar conductas de autocuidado para facilitar su recuperación.
- **Terapia manual cervical:** A través de técnicas manuales se busca mejorar la movilidad del cuello y aliviar el dolor, favoreciendo su funcionalidad diaria [26].
- **Ejercicios de fuerza y control neuromuscular:** Incluye ejercicios de fuerza craneocervical de baja carga, ejercicios isométricos del cuello, ejercicios de fuerza para la musculatura escápulo-torácica y ejercicios de propiocepción. Con el objetivo de mejorar el control muscular y la adaptación a la carga [28].

3.2.4 Caso clínico 4: Dolor cervical con dolor irradiado (radicular)– agudo.

Historia Clínica: Felipe, de 45 años, presenta dolor de cuello con irradiación y dolor en el brazo derecho. Ha estado experimentando estos síntomas durante aproximadamente 2 semanas, acompañados de entumecimiento y debilidad en esa extremidad. El dolor se irradia hacia el brazo derecho en la zona antero-externa y tiene dificultad para abrir botellas y manipular objetos.

Resultados de exámenes:

- **Test flexión-rotación cervical:** Negativo. Leve limitación en la rotación cervical hacia el lado derecho, sin diferencia significativa en la movilidad entre ambos lados.
- **Test rotación axial:** Negativo. No se observan restricciones significativas en la rotación axial de las vértebras C0 a C2.
- **Puntos gatillo:** Positivo. Puntos gatillo activos en los músculos trapecio superior y escalenos del lado derecho.
- **Test de Spurling:** Positivo. Aumento del dolor en el cuello y el brazo derecho durante la realización del test, indicativo de irritación radicular cervical.

- **Test neurodinámico:** Positivo. Reproducción de los síntomas de dolor que el usuario ya conocía, así como una sensación de hormigueo que se irradia desde la región cervical hasta el antebrazo derecho, abarcando la zona externa y el pulgar. Además, se observa una percepción alterada de vibración en el estiloides del radio, un reflejo del braquiorradial alterado, hiperalgesia en la zona externa del antebrazo y debilidad de los músculos extensores de la muñeca.
- **Test de resistencia de los flexores profundos del cuello:** Positivo. No pudo mantener la posición adecuada durante el test, con un tiempo inferior al promedio esperado, indicando déficits de fuerza muscular.

Interpretación esperada: Felipe presenta un cuadro clínico de dolor cervical agudo, irradiado hacia el brazo derecho, acompañado de entumecimiento y debilidad en esa extremidad. Los exámenes revelan limitación en la rotación cervical y la presencia de puntos gatillo activos. Además, las respuestas positivas en el Spurling test, el Test neurodinámico del nervio mediano, junto con la distribución esclero-dermo-miotómica de los síntomas, sugieren una irritación radicular cervical aguda de la raíz C6.

Tratamiento adecuado:

- **Reposo relativo:** Se busca estimular el aporte sanguíneo a la zona lesionada mediante la limitación de actividades que agravan los síntomas, manteniendo un nivel de actividad suave para favorecer el proceso de reparación.
- **Ejercicios suaves de movilización y estabilización del cuello:** Tienen como objetivo evitar la rigidez articular y muscular mediante ejercicios diseñados para mejorar la movilidad y estabilidad del cuello sin exacerbar los síntomas.
- **Terapia manual:** Se orienta a restaurar la mecanosensibilidad del sistema neural, utilizando masaje terapéutico en la musculatura del sistema, así como apertura estática y dinámica de la columna vertebral, y deslizamiento a distancia hacia el sitio de la lesión [29].
- **Sesiones supervisadas de ejercicio:** Se enfocan en potenciar el segmento cérvico-torácico-escapular, incluyendo ejercicios de rango de movimiento cervical, activación de la musculatura de la columna cervical y fortalecimiento de la cintura escapular.

3.2.5 Caso clínico 5: Dolor cervical con bandera roja.

Historia Clínica: Gustavo, de 32 años, se presenta con dolor cervical persistente que ha estado presente durante las últimas cinco semanas. Describe el dolor como constante y localizado en el cuello, con irradiación ocasional hacia el hombro derecho. Además, ha estado experimentando fiebre leve intermitente (temperatura de hasta 38°C) durante el último mes, sin otros síntomas notables como sudores nocturnos o fatiga extrema. No reporta antecedentes de trauma reciente ni de enfermedades crónicas.

Interpretación esperada: Gustavo presenta un dolor cervical acompañado de fiebre leve intermitente. La fiebre, aunque no es alta ni persistente, es una bandera roja que sugiere la posibilidad de una infección subyacente o inflamación que requiere evaluación médica adicional. La presencia de fiebre en combinación con dolor cervical puede ser indicativa de una condición más seria, como una infección en los tejidos blandos o en la columna cervical, que necesita ser investigada antes de considerar cualquier tratamiento kinesiológico [30].

Esta variedad de casos clínicos permitirá examinar distintas presentaciones y desafíos del dolor cervical, facilitando la identificación de las intervenciones y tratamientos más apropiados para cada caso específico.

3.3 Discusión

El desarrollo de los casos clínicos relacionados con el dolor cervical en este capítulo ha sido clave para el diseño de la aplicación móvil. La creación de cinco casos clínicos ficticios, ha permitido abordar distintas presentaciones de la patología. Esta variabilidad de escenarios clínicos ofrece a los usuarios de la aplicación la posibilidad de enfrentarse a diversas situaciones clínicas, mejorando su razonamiento clínico y su capacidad de toma de decisiones. A pesar de ser ficticios, los casos clínicos presentados reflejan situaciones realistas que pueden encontrarse en la práctica clínica.

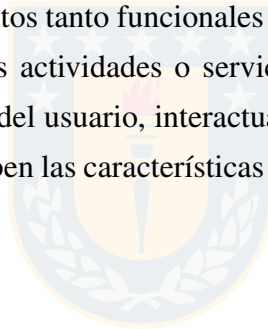
Capítulo 4. Diseño de la aplicación móvil

4.1 Introducción

Este capítulo describe el diseño de la aplicación móvil, abordando tanto los requerimientos funcionales como los no funcionales. Se presentan los diagramas de navegación que ilustran la estructura general y los flujos de usuario específicos para cada caso clínico. Además, se detalla el diseño de la interfaz de usuario y las funciones clave implementadas.

4.2 Requerimientos de la aplicación móvil

Esta sección describe los requerimientos tanto funcionales como no funcionales de la aplicación. Los requerimientos funcionales describen las actividades o servicios que el sistema necesita realizar para cumplir con los objetivos y expectativas del usuario, interactuando directamente con este. Por otro lado, los requerimientos no funcionales describen las características que garantizan el correcto funcionamiento y rendimiento del sistema.



Requerimiento	Descripción
RF1	Los estudiantes deben poder acceder a la aplicación sin registrarse.
RF2	Los estudiantes deben poder visualizar recursos educativos que incluyan síntomas, exámenes y factores de riesgo asociados a la patologías.
RF3	Los estudiantes deben poder seleccionar y estudiar casos clínicos para su formación en razonamiento clínico.
RF4	Los estudiantes deben poder interactuar con preguntas de simulación clínica.
RF5	La aplicación debe proporcionar retroalimentación del razonamiento realizado.
RNF1	La interfaz debe ser amigable, intuitiva y fácil de usar.
RNF2	La aplicación debe ser multiplataforma.
RNF3	La aplicación debe funcionar de manera fluida y eficiente, sin depender de almacenamiento local o sincronización en la nube.

Tabla 4.1: Requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación

4.3 Diseño de la interfaz de usuario

La interfaz de usuario de la aplicación ha sido diseñada teniendo en cuenta la usabilidad y la estética visual. Se han utilizado iconos de personas y kinesiólogos extraídos de "Flaticon" [31], lo que permite una representación clara y familiar para los usuarios (Fig. 4.1).

La paleta de colores seleccionada está compuesta por tonos que facilitan la lectura y generan un ambiente agradable para la interacción del usuario (Fig. 4.2).

En cuanto a la tipografía, se ha optado por la fuente *Inter*, que aporta una apariencia moderna y legible. Además, se ha implementado "*padding*", que asegura una correcta disposición de los botones y textos en la interfaz, permitiendo que los elementos estén correctamente alineados.



Fig. 4.1: Iconos extraídos desde "Flaticon"

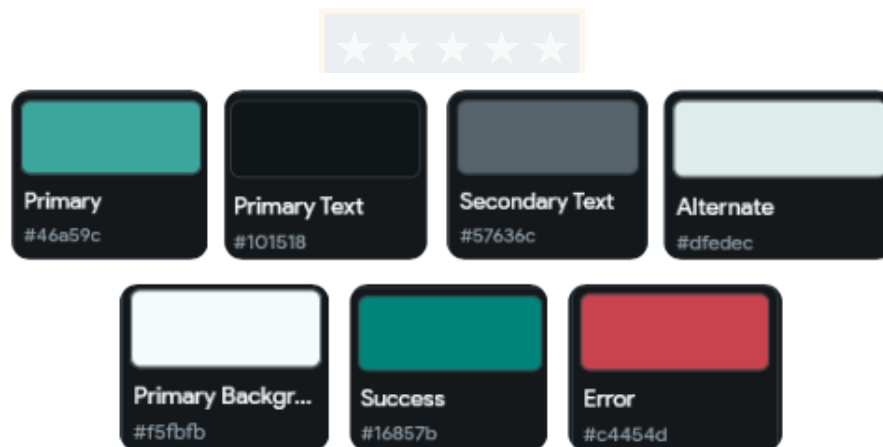


Fig. 4.2: Paleta de colores para la interfaz

4.4 Estructura de la aplicación móvil

Se presentan los diagramas que muestran la estructura general de la aplicación, detallando las rutas de navegación que los usuarios pueden seguir. Los diagramas incluyen una visión global de la aplicación, así como rutas específicas asociadas a cada caso clínico. Estos diagramas permiten visualizar la lógica interna del flujo de trabajo y cómo cada componente interactúa dentro de la plataforma.

4.4.1 Diagrama de rutas general de la interfaz de la aplicación móvil

Se diseñó el diagrama principal de la aplicación, que inicia en la pantalla de inicio con la opción de seleccionar una patología, como se muestra en la Fig. 4.3. Desde aquí, el usuario puede optar por acceder a recursos educativos específicos de la patología seleccionada o iniciar el proceso de razonamiento clínico mediante casos prácticos.

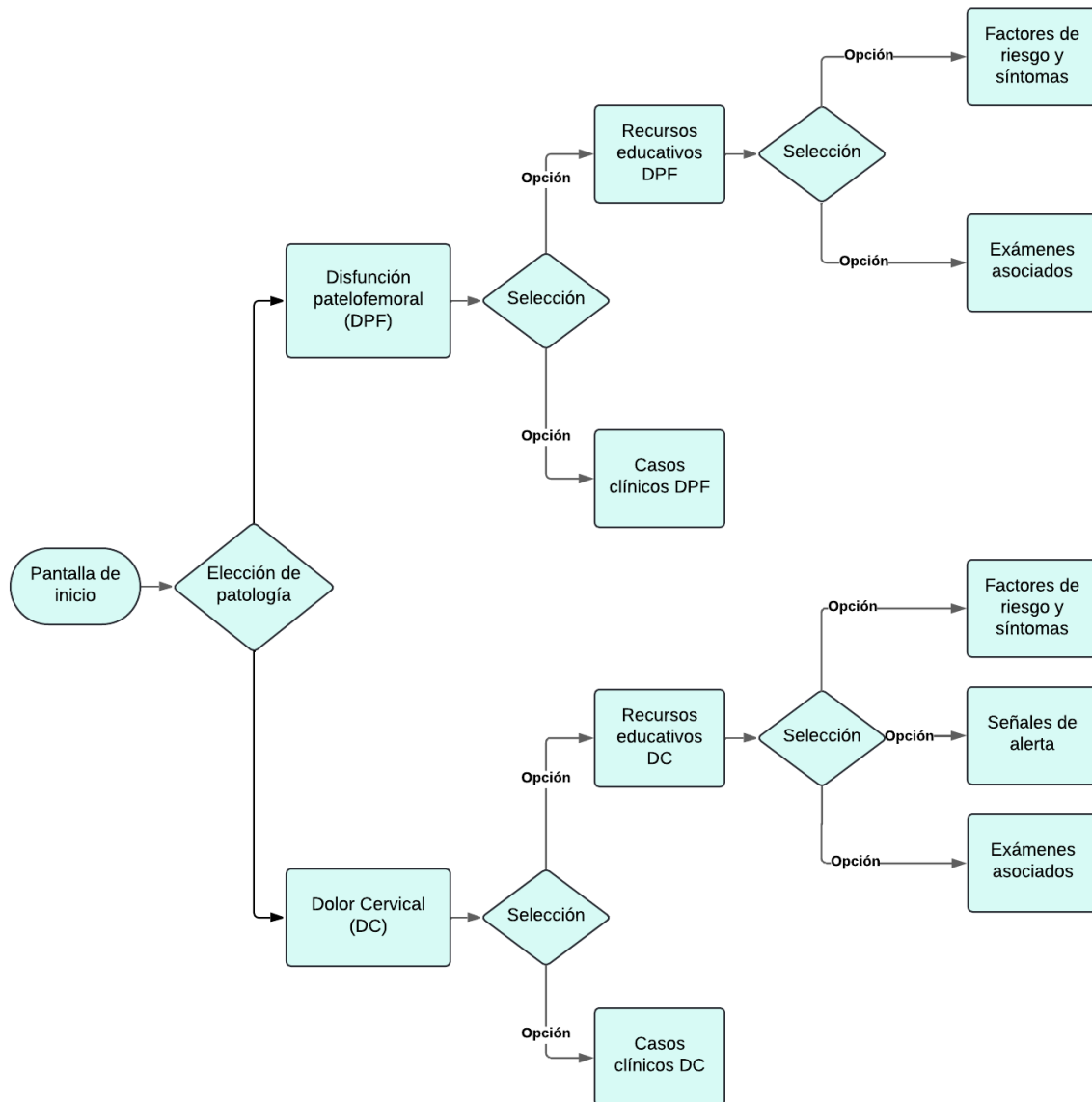


Fig. 4.3: Diagrama general de navegación de la interfaz de la aplicación móvil: desde la pantalla de inicio, el usuario elige una patología, accede a recursos educativos o comienza el razonamiento clínico a través de los casos disponibles.

4.4.2 Diagramas de rutas específicos para la interfaz de cada caso clínico

Cada caso clínico ha sido representado mediante diagramas de decisiones que ilustran los pasos lógicos seguidos en el razonamiento clínico para llegar a un diagnóstico preciso y elegir el tratamiento adecuado. Estos diagramas facilitan la visualización del proceso de toma de decisiones.

Los diagramas de los casos de disfunción patelofemoral, anteriormente detallados en la sección de trabajos previos y en profundidad en el Anexo B, no presentan modificaciones. Con base en esa estructura, se crearon nuevos diagramas para los casos de dolor cervical, descritos brevemente a continuación:

- **Caso clínico 1:** Benjamin, 35 años, presenta dolor cervical agudo con déficits de coordinación de movimiento.
- **Caso clínico 2:** Karla, 39 años, presenta dolor cervical sub-agudo con déficits de movilidad.
- **Caso clínico 3:** Elena, 55 años, presenta dolor cervical crónico con dolor de cabeza.
- **Caso clínico 4:** Felipe, 45 años, presenta dolor cervical agudo con dolor irradiado.
- **Caso clínico 5:** Gustavo, 32 años, presenta dolor cervical con señal de alerta roja.

Los cuales siguen el mismo esquema que el diagrama del caso clínico 2, mostrado en la Fig. 4.4.

Cada diagrama se inicia mostrando la historia clínica del paciente y, a continuación, evalúa si presenta alguna señal de alerta. Luego, se pregunta por la ruta adecuada a seguir, mostrando los resultados de los exámenes realizados. Después, se procede con la clasificación, la fase de la patología y la intervención o tratamiento adecuado, finalizando con la resolución del caso y la retroalimentación correspondiente. Para mayor claridad, estos diagramas se encuentran detallados específicamente por cada caso en el Anexo C.

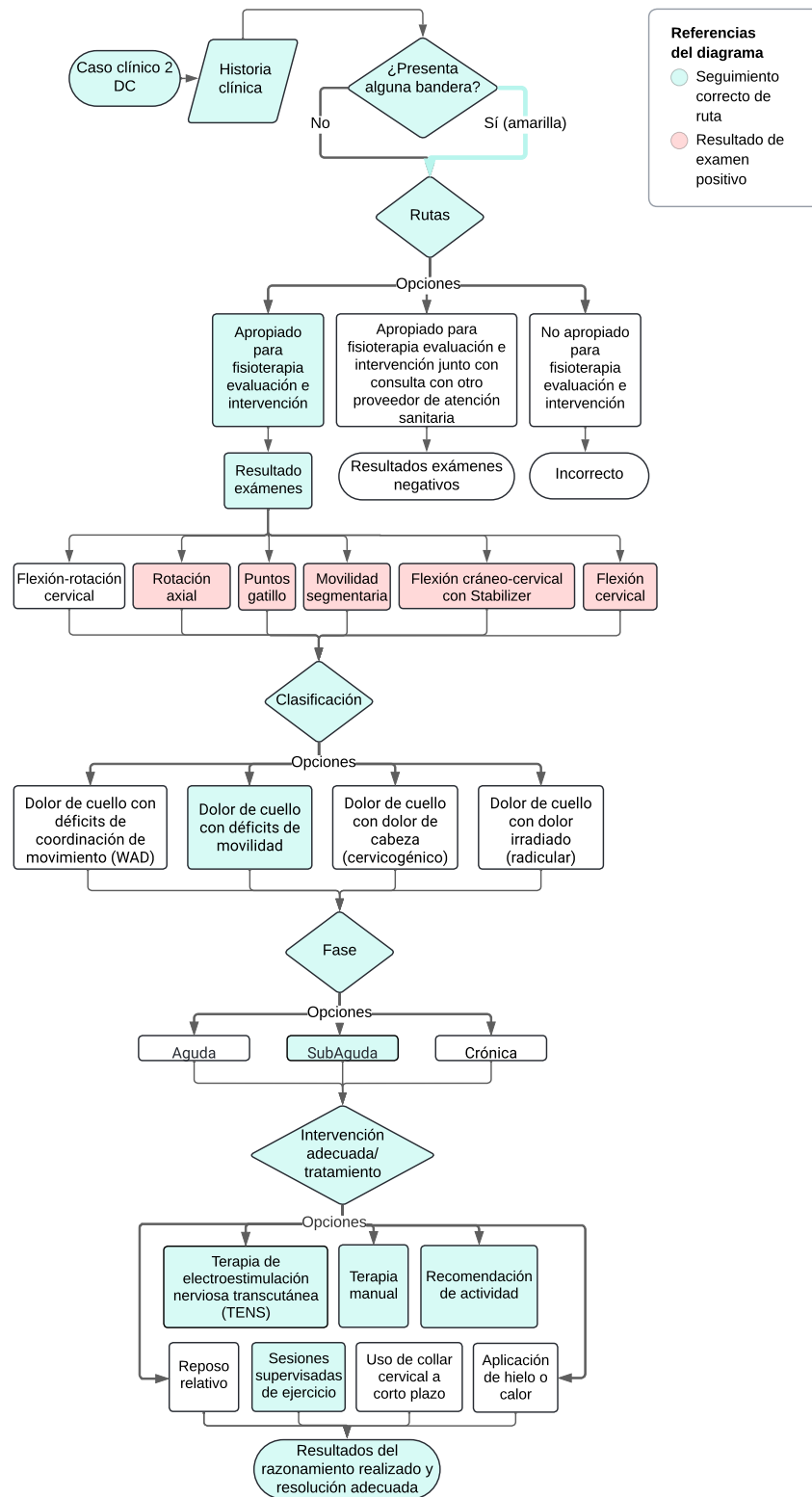


Fig. 4.4: Diagrama de rutas del caso clínico 2 relacionado a la patología de dolor cervical. El diagrama comienza con la historia clínica del paciente, seguida de una evaluación para determinar si presenta alguna señal de alerta. Luego, se presenta la elección de la ruta correcta, que lleva a los resultados de los exámenes realizados. Posteriormente, se incluye la clasificación y fase de la patología, así como la intervención adecuada y, finalmente, la resolución del caso.

4.5 Discusión

El diseño de la aplicación móvil asegura una guía clara para su posterior implementación, abarcando tanto los requerimientos funcionales como no funcionales. En términos funcionales, la aplicación permite el acceso a recursos educativos y proporciona retroalimentación en la resolución final de cada caso clínico. Los requerimientos no funcionales, por su parte, garantizan una interfaz intuitiva, amigable y una compatibilidad multiplataforma, asegurando una experiencia fluida para los usuarios.

Los diagramas juegan un rol esencial para visualizar y comprender la estructura interna de la aplicación móvil, mostrando cómo se despliegan las rutas de navegación dentro del sistema. Además, el uso de iconos añade un enfoque lúdico e interactivo, lo que ayuda a la experiencia de usuario y hace que la aplicación sea más atractiva para los estudiantes.



Capítulo 5. Implementación de la aplicación móvil

5.1 Introducción

En este capítulo se detalla el proceso de implementación de la aplicación móvil utilizando la plataforma Flutter Flow. Se explica la lógica interna de la aplicación, los componentes utilizados y la configuración de las distintas pantallas.

5.2 Creación del proyecto y lógica interna

Para la implementación de la aplicación, se ha creado un proyecto en Flutter Flow utilizando una cuenta de estudiante, lo que permite un año de prueba gratis con acceso completo a las herramientas que ofrece la plataforma. Se comenzó agregando pantallas y componentes dentro de cada una, donde el código se genera automáticamente a medida que se añaden visualmente los componentes. La navegación entre pantallas se implementa a través del seguimiento establecido en los diagramas de rutas.

Uno de los elementos clave en la lógica utilizada dentro de la aplicación para la conexión de las rutas es el uso de las *"State Variables"*. Estas variables permiten almacenar información temporal durante el uso de la aplicación sin requerir una base de datos centralizada. Se utilizan para mantener datos que no cambian entre casos clínicos, como las selecciones que el usuario hace durante el proceso de diagnóstico. Esto asegura que la experiencia sea más rápida, sin necesidad de conectarse a un servidor externo.

Para gestionar las preguntas dentro de los casos clínicos, se han utilizado variables del tipo *"String"* cuando solo se permite una respuesta correcta, mientras que se ha implementado *"List<String>"* para las preguntas que permiten seleccionar múltiples respuestas, lo que permite guardarlas dentro de las variables para compararlas en la resolución final.

La interacción dinámica de los usuarios con la aplicación se ha gestionado mediante el uso de estructuras condicionales como *"if"* y *"else"*. Estas condiciones permiten ajustar el contenido mostrado y las opciones disponibles en función de las decisiones que tome el usuario a lo largo del caso clínico, ofreciendo así una experiencia personalizada que se adapta a las acciones de cada usuario.

En cuanto a los componentes técnicos utilizados para estructurar las pantallas y gestionar la navega-

ción, se han empleado las siguientes herramientas de Flutter Flow:

- *Container*: Utilizado para crear contenedores flexibles que pueden incluir otros elementos o widgets, permitiendo personalizar el diseño y el estilo de la interfaz.
- *AppBar*: Muestra una barra superior que presenta el título de la página y puede incluir acciones como el botón de navegación hacia atrás.
- *Column*: Permite organizar los widgets en una columna vertical, facilitando el apilamiento de elementos uno encima del otro.
- *Row*: Similar a *Column*, pero organiza los widgets en una fila horizontal.
- *ListView*: Se utiliza para mostrar listas de elementos que pueden desplazarse.
- *Button*: Botones interactivos que permiten a los usuarios seleccionar opciones o ejecutar acciones.
- *Drawer*: Panel de navegación lateral que permite acceder rápidamente a diferentes secciones. Se despliega desde un lado de la pantalla, proporcionando un espacio organizado para páginas secundarias.

5.3 Implementación de pantallas

Para diseñar las pantallas, se busca seguir el enfoque visual y estructural de la aplicación anterior. Esto implica llevar a cabo un enfoque en la usabilidad y la interactividad, proporcionando una experiencia intuitiva. A continuación, se describen las pantallas principales y específicas de la aplicación.

5.3.1 Pantallas principales

La aplicación comienza con una interfaz de inicio atractiva, donde se muestra la opción para comenzar y seleccionar la patología que se desea estudiar, también, se presenta un *drawer* que incluye referencias y colaboradores. Se observa el diseño en la Fig. 5.1.

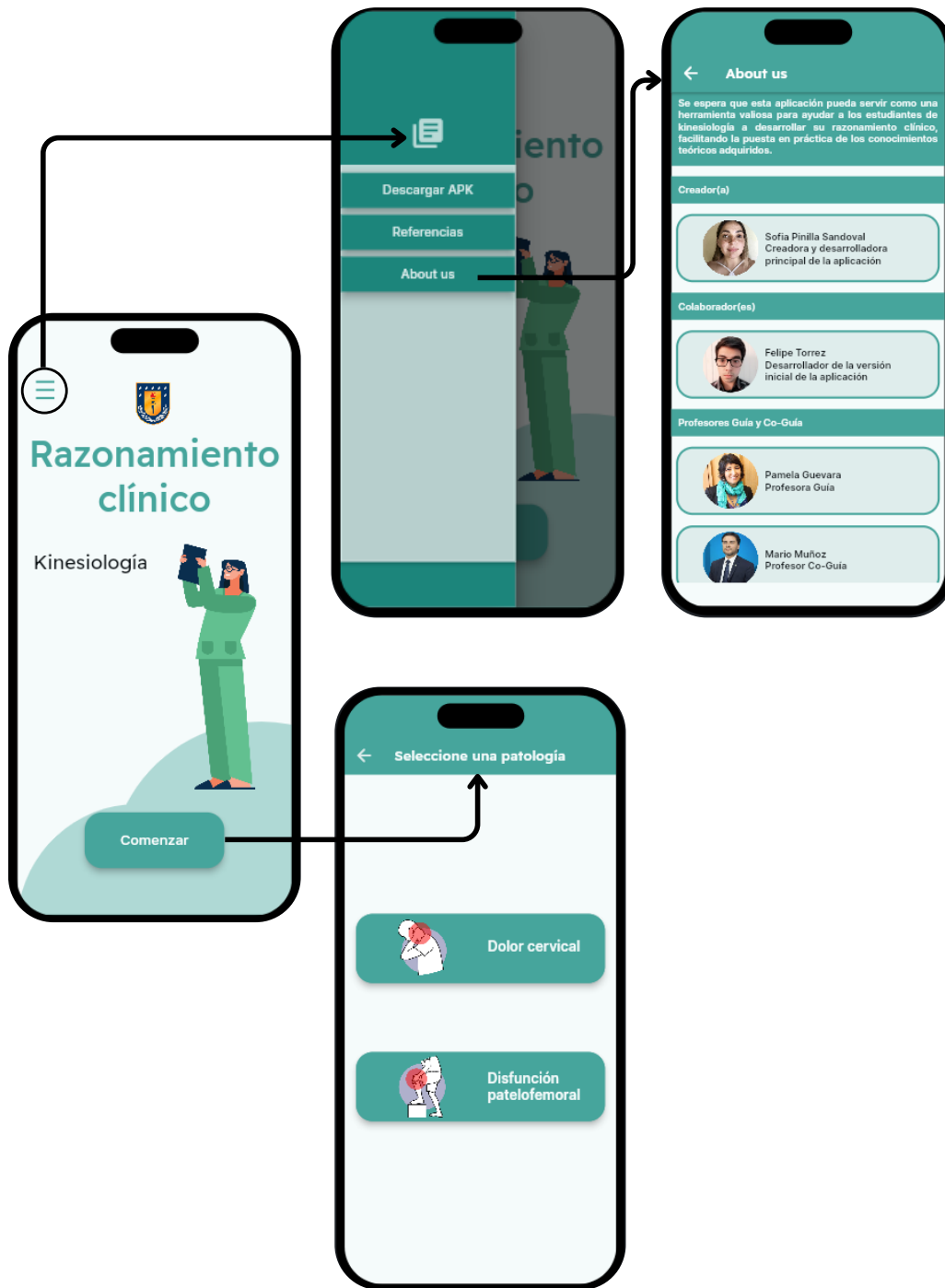


Fig. 5.1: Pantallas principales de la aplicación móvil, donde se muestra el menú lateral o "drawer", que incluye opciones como referencias, información sobre la aplicación ("About Us") y la opción de descarga de APK. Además, permite al usuario comenzar seleccionando una patología.

5.3.2 Elementos de navegación generales

En cada página de la aplicación, se dispone de un botón para volver al inicio y también un ícono para regresar a la pantalla anterior, lo que mejora la fluidez de la navegación. Además, al seleccionar alternativas, el usuario no podrá avanzar sin elegir al menos una opción, mostrando un mensaje de alerta, lo que garantiza una experiencia más guiada y controlada. Como se puede observar en la Fig 5.2.

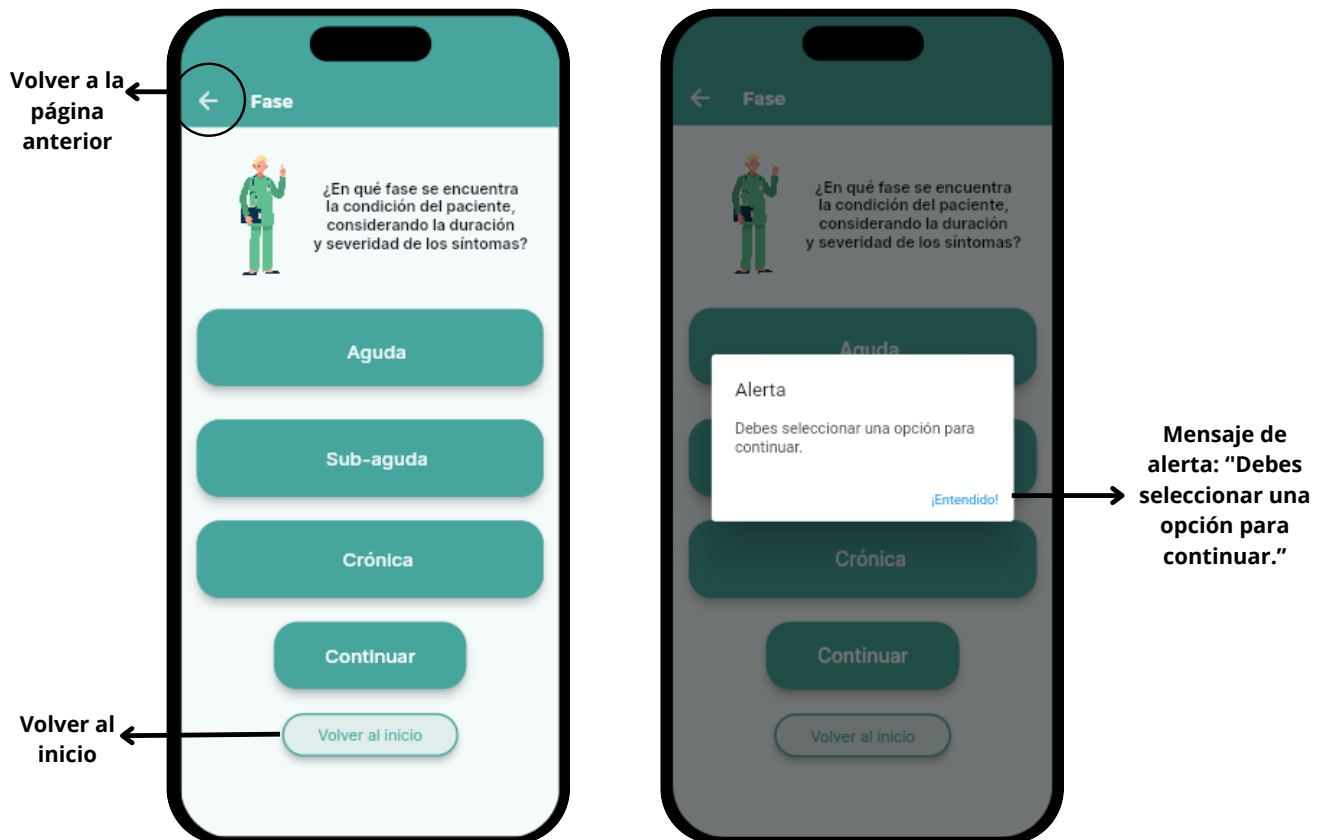


Fig. 5.2: Funciones de la navegación: Volver atrás, volver al inicio y mensaje de alerta.

5.3.3 Sección informativa dentro de la aplicación móvil

Se agregó a la aplicación una sección específica destinada a recursos educativos, donde se puede ver información sobre los factores de riesgo, síntomas, y los exámenes clínicos que se realizaron a los pacientes ficticios en los casos clínicos. Esta sección tiene como objetivo mejorar la comprensión del usuario acerca de las patologías estudiadas.

Para complementar la información sobre los exámenes clínicos, se han integrado fotografías detalla-

das que ilustran la correcta ejecución de cada examen. Estas imágenes, capturadas en colaboración con el profesor Mario Muñoz B. en la Facultad de Kinesiología de la universidad, fueron editadas para asegurar su claridad. En total, se tomaron aproximadamente 50 fotografías, ya que las imágenes disponibles en la web no cumplían con la calidad necesaria para un uso explicativo adecuado.

Todas las fotografías asociadas a los exámenes clínicos están disponibles en el Anexo D, y un ejemplo se muestra en la Fig. 5.3.

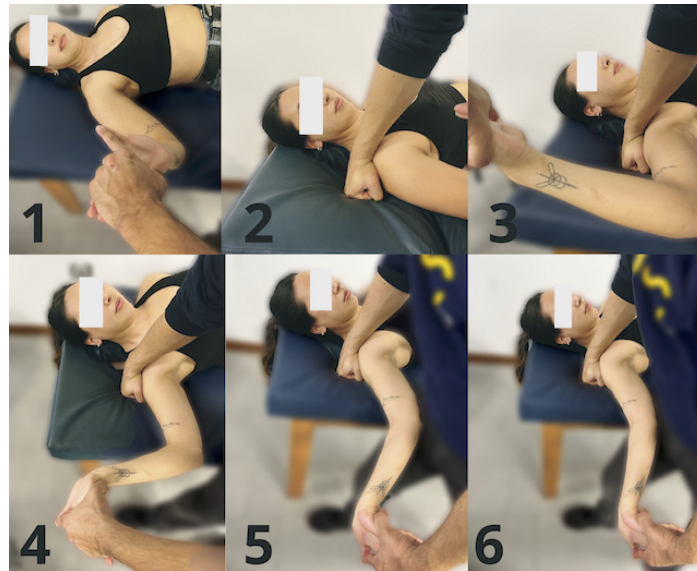


Fig. 5.3: Ejemplo fotografía de examen: "Test neurodinámico".

Tanto desde la sección de recursos educativos como desde la pantalla de resultados de los exámenes en cada caso clínico, los usuarios pueden acceder a estas fotografías mediante el botón "Ver detalles del examen". En la Fig. 5.4 se presenta un ejemplo del detalle de un examen seleccionado, accesible desde ambas secciones mencionadas.

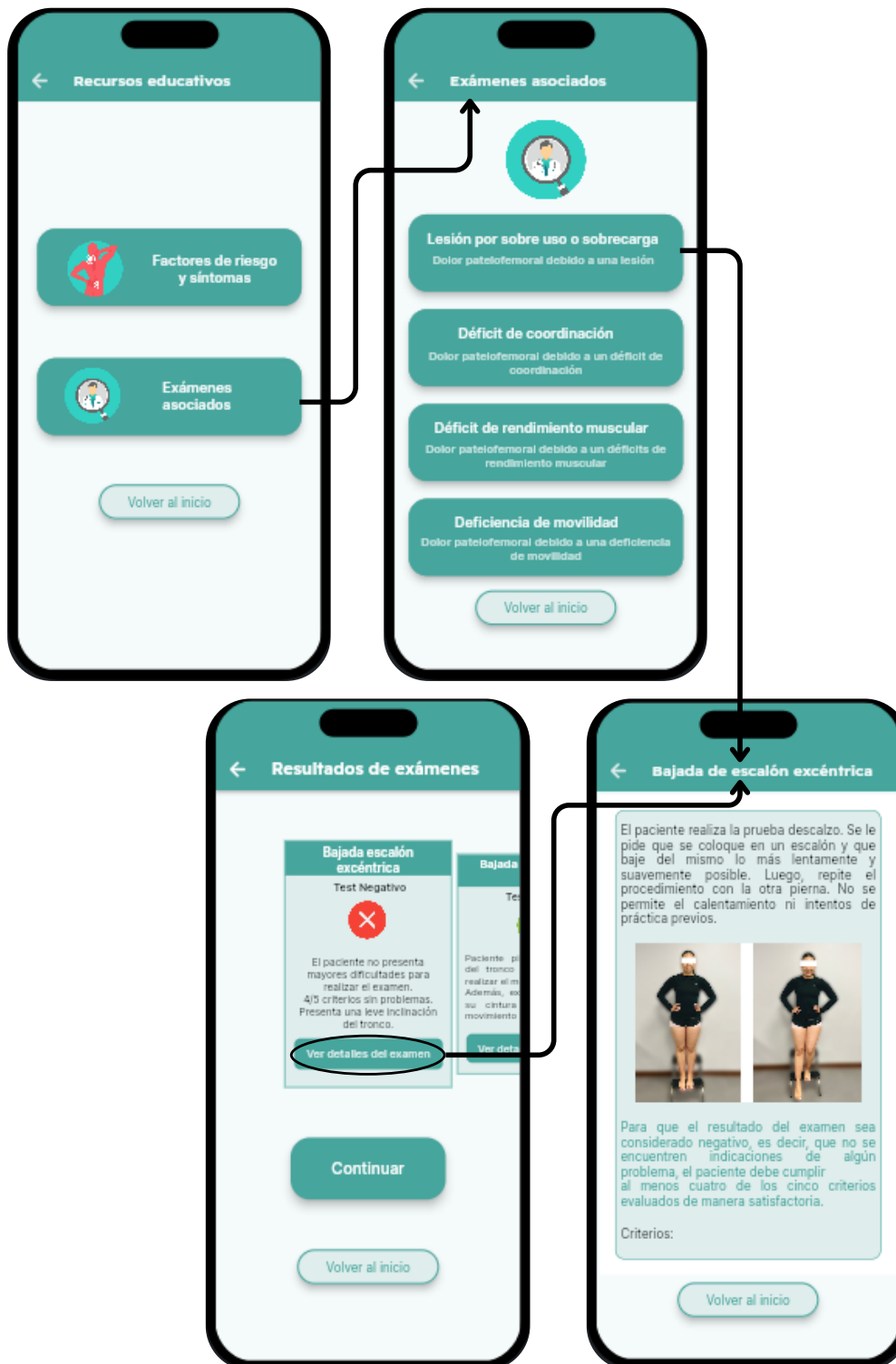


Fig. 5.4: Pantallas de detalle de un examen clínico en la aplicación móvil, accesible tanto desde la sección de recursos educativos como desde la pantalla de resultados de los exámenes en cada caso clínico. En este ejemplo, se muestra la información del examen clínico, incluyendo descripción, fotografías y pasos específicos para su realización.

5.3.4 Casos clínicos relacionados a la disfunción patelofemoral

En la Fig. 5.5 se muestran seis pantallas que ilustran la implementación de la aplicación en relación con los casos clínicos de disfunción patelofemoral. En la primera pantalla, se puede observar donde los usuarios pueden seleccionar los casos clínicos disponibles. Posteriormente, se muestra un caso clínico ya seleccionado junto con los resultados de los exámenes correspondientes. A lo largo de la aplicación, las preguntas se presentan de forma interactiva con botones de selección.

De este modo, los usuarios pueden explorar diversas alternativas para llegar a una resolución final. Las opciones se presentan de manera condicional, dependiendo de las respuestas que el usuario elija durante el proceso. Si la respuesta seleccionada es correcta, el "container" de resolución correspondiente aparece en verde; en caso de ser incorrecta, se mostrará en rojo junto con la retroalimentación adecuada para guiar al usuario hacia la respuesta correcta.





Fig. 5.5: Ejemplo de implementación de pantallas relacionadas con los casos clínicos de disfunción patelofemoral en la aplicación móvil. La figura muestra la pantalla de selección de casos clínicos disponibles, la historia clínica de un caso específico (caso clínico 1), junto con los resultados de los exámenes, el resultado del test Kujala, una pregunta sobre la intervención adecuada, y la resolución final del caso con la retroalimentación correspondiente.

5.3.5 Casos clínicos relacionados al dolor cervical

Para los casos clínicos relacionados con el dolor cervical, se implementó un diseño similar al utilizado en los casos de disfunción patelofemoral, mostrando de la misma forma la historia clínica, los resultados de exámenes asociados y la resolución, pero con la inclusión de pantallas adicionales, entre ellas se incluyen preguntas sobre la presencia de señales de alerta, la clasificación del dolor y, en la sección de intervención, los usuarios tienen la opción de seleccionar múltiples alternativas.

En la Fig. 5.6 se pueden observar los casos clínicos disponibles, una pregunta sobre la clasificación del dolor y la sección de intervención. La implementación sigue los diagramas de rutas explicados anteriormente.



Fig. 5.6: Implementación de pantallas relacionadas con los casos clínicos de dolor cervical en la aplicación móvil. La figura muestra las pantallas de selección de casos clínicos disponibles, una pregunta sobre señales de alerta, y la sección de intervención adecuada, donde los usuarios pueden seleccionar múltiples alternativas. El resto de las pantallas, como la historia clínica y los resultados de exámenes, siguen un diseño similar al de los casos de disfunción patelofemoral, por lo cual solo se muestran aquí las pantallas específicas para los casos de dolor cervical.

5.4 Manual de usuario

Se creó un manual de usuario para la aplicación móvil, el cual proporciona instrucciones detalladas sobre el acceso, funcionalidades, opciones y navegación de la aplicación. Este manual fue diseñado no solo para guiar al usuario en el uso de la aplicación, sino también con el objetivo de proteger los derechos de autor de la misma. Para una descripción visual más completa y detallada, se puede consultar el Anexo E, donde se incluyen todas las páginas del manual en formato visual.

5.5 Discusión

La implementación de la aplicación se llevó a cabo utilizando la plataforma Flutter Flow, lo que permitió un enfoque visual en el diseño y la programación. Esta herramienta simplifica la integración de los distintos elementos en la aplicación. Gracias a la utilización de las variables, se logró almacenar de manera eficiente la información seleccionada por el usuario durante su interacción con los casos clínicos, permitiendo verificar si el razonamiento clínico del usuario es correcto o incorrecto, lo que añade interactividad de la aplicación.

Cabe destacar que las pantallas de la aplicación se implementaron siguiendo los diagramas de rutas como guía establecida en el capítulo de diseño de la aplicación móvil.

Capítulo 6. Resultados

6.1 Introducción

En este capítulo se presentan pruebas de funcionalidad, además de la simulación de un caso clínico aleatorio, también se muestran las mejoras realizadas, que incluyen optimizaciones en la interfaz y nuevas funcionalidades, seguido de las pruebas realizadas en diversos dispositivos para evaluar su rendimiento.

6.2 Funcionamiento de la aplicación móvil

6.2.1 Pruebas de funcionalidad

Durante el desarrollo de la aplicación, se realizaron pruebas continuas a medida que se implementaban las funcionalidades y cada uno de los componentes básicos. Esto permitió identificar y corregir errores en tiempo real, asegurando que cada parte de la aplicación funcionara de manera óptima antes de proceder con la integración de nuevas características.

6.2.2 Simulación de un caso clínico completo

Se llevó a cabo la prueba de un caso clínico completo, seleccionado de forma aleatoria. Durante esta simulación, se evaluó el flujo de navegación para garantizar que coincidiera con el diagrama de ruta diseñado anteriormente.

En la Fig. 6.1 se observa el proceso de selección de las rutas correctas, donde las respuestas correctas se destacan en verde. La Fig. 6.2 muestra un escenario en el que todas las alternativas seleccionadas son incorrectas, destacadas en rojo junto con la retroalimentación correspondiente. Por último, la Fig. 6.3 ilustra la selección de una ruta incorrecta, que también presenta retroalimentación en rojo para ayudar al usuario a corregir el curso del razonamiento clínico.

Es importante mencionar que este esquema de navegación se aplica de manera uniforme en todos los casos clínicos dentro de la aplicación.



Fig. 6.1: Simulación del razonamiento correcto en el caso clínico 2-DC. Las capturas muestran todo el flujo de navegación donde el usuario selecciona las rutas adecuadas. Las respuestas correctas se destacan en verde, lo que indica que el razonamiento clínico es apropiado y se sigue un diagnóstico correcto.

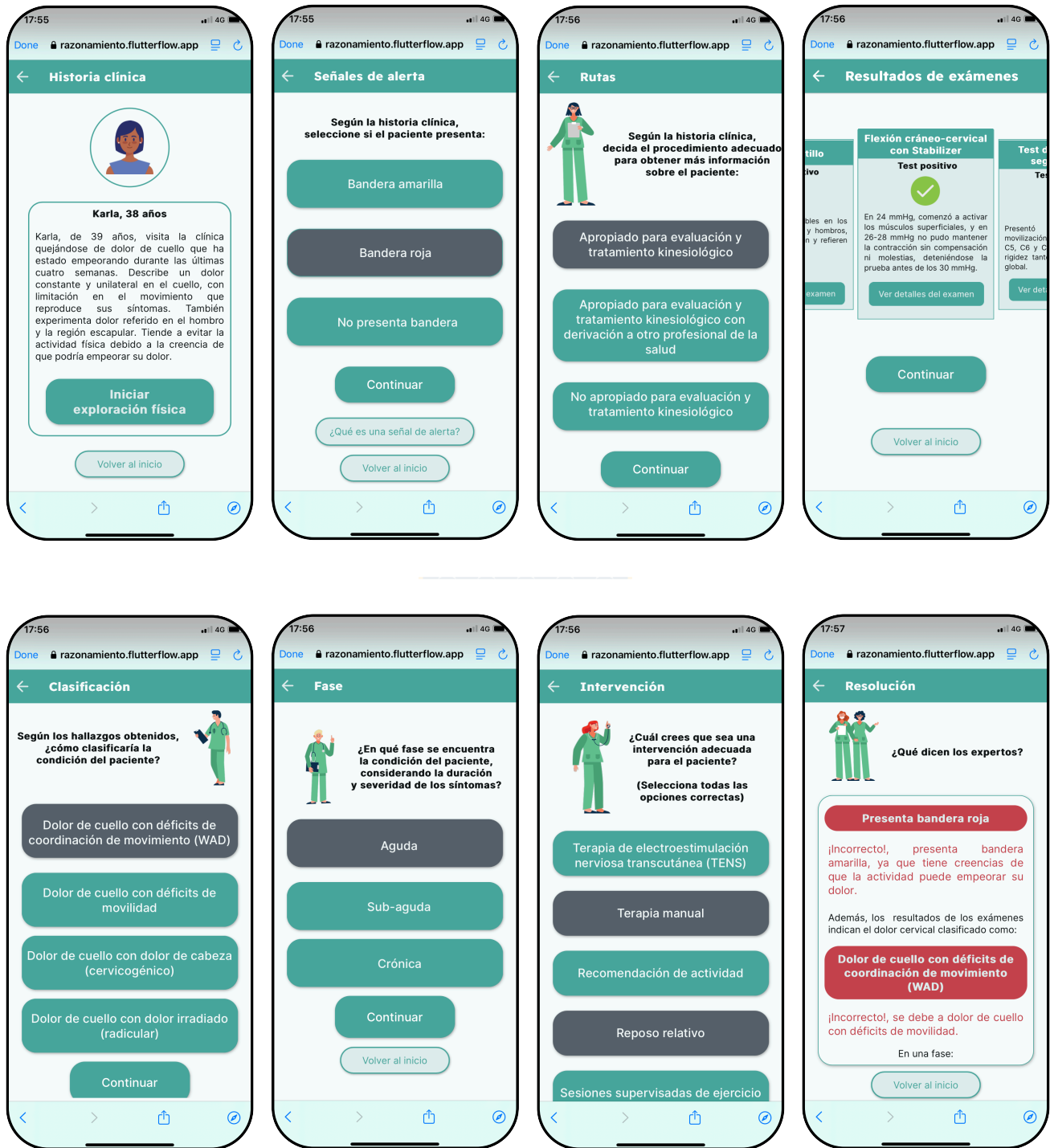


Fig. 6.2: Simulación del razonamiento incorrecto en el caso clínico 2-DC. Las imágenes muestran un escenario en el que todas las alternativas seleccionadas son incorrectas, destacadas en rojo. La retroalimentación correspondiente ayuda al usuario a entender por qué las decisiones tomadas no son válidas, fomentando el aprendizaje a partir de los errores.



Fig. 6.3: Simulación de una ruta incorrecta en el caso clínico 2-DC. Esta captura muestra la selección de una ruta que no es adecuada para el diagnóstico. El error está destacado en rojo, y se proporciona retroalimentación que permite al usuario corregir su razonamiento clínico, enfatizando la importancia de elegir correctamente las rutas en el proceso diagnóstico.

6.3 Mejoras respecto a la versión anterior

Primero, se mejoró la interfaz de usuario, permitiendo una navegación más eficiente. También se corrigió un error presente en la página de resolución del caso clínico 3 relacionado con la DPF, ya que mostraba la resolución del caso 1 para ambas situaciones. Esta corrección se puede observar en la Fig 6.4. Donde además, se puede ver la modificación en la sección de resolución de los casos. Anteriormente, solo se mostraba la resolución final; ahora, al final de cada caso, se incluye un resumen de las respuestas razonadas y seleccionadas por el usuario. Esta información se destaca con un código de colores: verde para respuestas correctas y rojo para incorrectas, además de ofrecer retroalimentación específica para cada respuesta.

Finalmente, con la incorporación de la nueva patología, incluye varios casos clínicos adicionales. Permitiendo a los usuarios practicar y profundizar en su RC en un contexto más amplio.



Fig. 6.4: Comparación en la resolución para el caso clínico 3 relacionado a la DPF.

6.4 Evaluación en distintos dispositivos móviles

La aplicación ha sido probada en una variedad de dispositivos móviles con diferentes sistemas operativos, incluyendo Android e iOS, y en diversos tamaños de pantalla, utilizando tanto el enlace proporcionado como la descarga directa del archivo APK en dispositivos Android.

La Tabla 6.2 mostrada a continuación, detalla los modelos de dispositivos utilizados, el sistema operativo, el rendimiento observado, y la compatibilidad con la interfaz de usuario en modo claro y oscuro. Esta información es crucial para evaluar la usabilidad y el desempeño general de la aplicación en diferentes entornos.

Modelo	SO	Procesador	Pantalla	Método	Tema	Rendimiento observado
iPhone 13	iOS 18	A15 Bionic	6.1 pulgadas	Link	Oscuro	Rápido y fluido, excelente diseño adaptado
iPhone 11	iOS 17	A13 Bionic	6.1 pulgadas	Link	Claro	Rápido y fluido, excelente diseño adaptado
Samsung A23	Android 12	Snapdragon 695	6.6 pulgadas	APK	Oscuro	Muy rápido y muy fluido, excelente diseño adaptado
Galaxy Tab A7	Android 12	Snapdragon 662	9.7 pulgadas	Link	Claro	Rápido y fluido, excelente diseño adaptado
Computadora	macOS	Intel Core i5	13 pulgadas	Link	Claro	Aceptable, algunos ajustes necesarios de diseño

Tabla 6.2: Resultados de pruebas de rendimiento de la aplicación en distintos dispositivos. Las evaluaciones se clasificaron en tres categorías: "Muy rápido y muy fluido" (respuesta instantánea y navegación extremadamente suave, rendimiento ideal), "Rápido y fluido" (respuesta eficiente y navegación sin interrupciones notables) y "Aceptable" (funcionamiento sin problemas significativos, aunque con pequeños retrasos o menor fluidez en la navegación).

Los resultados de estas pruebas muestran que la aplicación funciona de manera muy rápida y fluida cuando se utiliza el archivo APK en Android, lo que garantiza una experiencia óptima en términos de navegación y tiempos de respuesta. Sin embargo, al ejecutar la aplicación a través del enlace web, se observaron pequeñas demoras en la carga de algunos iconos. Por esta razón, para los usuarios de Android, se recomienda descargar el archivo APK, ya que ofrece un rendimiento superior y una interfaz sin interrupciones.

Cabe destacar que la aplicación fue diseñada específicamente para dispositivos móviles, por lo que en computadoras puede verse menos atractiva visualmente. A pesar de esto, la versión de escritorio cumple con las mismas funciones y permite el acceso completo a los contenidos y funcionalidades de la aplicación.

En todos los casos, la aplicación demostró una buena adaptación a las distintas resoluciones de pantalla, manteniendo una experiencia de usuario fluida y tiempos de respuesta aceptables.

6.5 Discusión

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación cumple su objetivo de facilitar el razonamiento clínico mediante una experiencia de usuario intuitiva. Las capturas de pantalla evidencian cómo guía al usuario en la selección de rutas correctas e incorrectas, proporcionando retroalimentación. La utilización de códigos de colores para diferenciar respuestas mejora la comprensión y fomenta la autoevaluación. Además, las mejoras implementadas han permitido una navegación más eficiente y una mejor presentación de la información.

Por otra parte, según las evaluaciones en distintos dispositivos, se muestra que la aplicación presenta

un buen funcionamiento y es multiplataforma. Sin embargo, el rendimiento es mejor al utilizar el archivo APK en dispositivos Android. En el caso de iPhone, sería posible descargar la aplicación a través de la App Store, aunque esto implicaría un costo adicional, lo mismo sucede con Android en Play Store. Por lo tanto, la aplicación demuestra ser efectiva dentro de las posibilidades disponibles, ofreciendo una herramienta para ayudar al razonamiento clínico.



Capítulo 7. Conclusiones

7.1 Discusión

El estudio realizado establece una base sólida para el desarrollo de la aplicación móvil enfocada en el razonamiento clínico en kinesiología. La integración de casos clínicos existentes relacionados con la disfunción patelofemoral, junto con nuevos casos que abordan el dolor cervical, proporciona a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más completa y contextualizada, dado que el dolor cervical abarca una amplia gama de tratamientos y diagnósticos.

Se han diseñado casos clínicos detallados que incluyen historias clínicas, clasificaciones y tratamientos adecuados. Este enfoque no solo promueve un entendimiento profundo de los procesos diagnósticos y terapéuticos, sino que también prepara a los futuros kinesiólogos para enfrentar situaciones clínicas diversas. La aplicación ha sido desarrollada utilizando Flutter Flow, maximizando los componentes de la plataforma para ofrecer una herramienta multiplataforma y accesible.

Las mejoras implementadas, como la opción de regresar al inicio después de cada caso, contribuyen a una navegación más fluida. La retroalimentación inmediata en la resolución refuerza la interactividad, enriqueciendo aún más la experiencia educativa.

7.2 Conclusión

Se han cumplido los objetivos propuestos en el desarrollo de la aplicación móvil para el razonamiento clínico en kinesiología. Se agregó una nueva patología y se ha ampliado significativamente el número de casos clínicos, pasando de 3 a 8, lo que aumenta la diversidad de situaciones que los estudiantes pueden explorar. Esta expansión no solo enriquece el contenido de la aplicación, sino que también proporciona una valiosa herramienta para facilitar el aprendizaje y la práctica de habilidades diagnósticas.

La inclusión de información en la sección de recursos educativos, como fotografías detalladas de los exámenes, permite a los estudiantes entender mejor cómo llevar a cabo estas evaluaciones en la práctica. Esto ayuda significativamente a relacionar la teoría con la práctica clínica de manera efectiva.

Además, la interfaz de usuario se ha diseñado para ser fluida y amigable, facilitando la instalación y

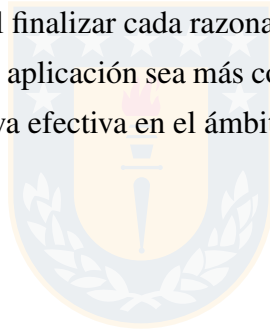
el uso de la aplicación en diferentes dispositivos.

7.3 Trabajo futuro

Existen diversas oportunidades para futuras mejoras de la aplicación. La incorporación de nuevas patologías y un mayor número de casos clínicos son pasos esenciales para enriquecer su contenido. También se podrían agregar recursos educativos más profundos, como videos explicativos de los exámenes, lo que permitirá a los estudiantes visualizar mejor las evaluaciones en un contexto clínico.

La actualización continua de contenidos y la mejora en la experiencia del usuario son aspectos fundamentales a considerar. Asimismo, sería beneficioso explorar herramientas que permitan evaluar el progreso de los estudiantes, incluyendo una base de datos que registre sus avances.

Otra posible mejora sería incluir sonidos descriptivos que indiquen si el razonamiento realizado en un caso clínico es correcto o incorrecto al finalizar cada razonamiento. Esto aumentaría la interactividad. Estas características no solo harían que la aplicación sea más completa, sino que también asegurarían que continúe siendo una herramienta educativa efectiva en el ámbito de la kinesiología.



Capítulo 8. Glosario

APM: Aplicación móvil.

DC: Dolor cervical.

DPF: Disfunción patelofemoral.

ENA: Escala numérica analógica del dolor.

FRT: Test de Flexión-Rotación Cervical.

GUI: Interfaz gráfica de Usuario.

IASP: Asociación Internacional para el Estudio del Dolor.

PC: Peso corporal.

RC: Razonamiento clínico.

ROM: Range of movement (rango de movimiento).

SO: Sistema Operativo.



Capítulo 9. Referencias

- [1] V. da Bove Rybertt, F. Segue, R. Arteaga, C. Antileo, and P. Carmona, “The perception of teachers and students about clinical reasoning in health care careers,” *Rev Med Chile* 2022; 150: 1526-1533, 2022, Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://www.scielo.cl/pdf/rmc/v150n11/0717-6163-rmc-150-11-1526.pdf>
- [2] G. Guzmán-Valdivia-Gómez, P. Guzmán-Valdivia-Talavera, and A. García-Cervantes, “Razonamiento clínico: aspectos prácticos que permiten la facilitación de su desarrollo,” *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, vol. 60, no. 6, pp. 708–714, 2022, spanish. PMID: 36283081; PMCID: PMC10395931.
- [3] R. W. Willy, L. T. Hogle, C. J. Barton, L. A. Bolgia, D. A. Scalzitti, D. S. Logerstedt, A. D. Lynch, and C. M. McDonough, “Patellofemoral pain: Clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the academy of orthopaedic physical therapy of the american physical therapy association,” *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, vol. 49, no. 9, pp. CPG1–CPG95, 2019, Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2019.0302>
- [4] R. W. Willy, L. T. Hogle, C. J. Barton, L. A. Bolgia, D. A. Scalzitti, D. S. Logerstedt, A. D. Lynch, L. Snyder-Mackler, and C. M. McDonough, “Patellofemoral pain,” *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, vol. 49, no. 9, pp. CPG1–CPG95, 2019, Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://www.jospt.org/doi/epdf/10.2519/jospt.2019.0302>
- [5] F. Torrez Alcaayaga, “Aplicación móvil para razonamiento clínico y decisiones terapéuticas sobre patología de disfunción patelofemoral,” 2022, informe de Memoria de Título de Ingeniería civil Biomédica, Universidad de Concepción.
- [6] Physiotutors, “Kujala anterior knee pain scale (akps),” <https://www.physiotutors.com/es/questionnaires/kujala-anterior-knee-pain-scale-akps/>, Último acceso: 9 de octubre de 2024.
- [7] G. Castellini, P. Pillastrini, C. Vanti, S. Barger, S. Giaggio, E. Bordignon, F. Fasciani, F. Marziani, T. Innocenti, A. Chiarotto, S. Gianola, and L. Bertozzi, “Some conservative interventions are more effective than others for people with chronic non-specific neck pain: a systematic review and network meta-analysis,” *Journal of Physiotherapy*, Vol 68, 244-254, 2022, Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2022.09.007>

- [8] M. Sterling, R. M. de Zoete, I. Coppieters, and S. F. Farrell, “Best evidence rehabilitation for chronic pain part 4: Neck pain,” *Journal of clinical medicine*, 8(8), 1219., 2019, Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/jcm8081219>
- [9] K. Satpute, S. Nalbandb, and T. Hall, “The c0-c2 axial rotation test: normal values, intra- and inter-rater reliability and correlation with the flexion rotation test in normal subjects,” *The Journal of manual manipulative therapy*, 27(2), 92–98., 2019, Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/10669817.2018.1533195>
- [10] C. Fernández-de-las Peñas, C. Cook, J. A. Cleland, and L. L. Florencio, “The cervical spine in tension type headache,” *Musculoskeletal Science and Practice* 66 (2023) 102780.
- [11] J. Buckup, *Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular: exploraciones, signos y síntomas*, 6th ed. Elsevier, 2020, p41-54.
- [12] P. Page, “Cervicogenic headaches: an evidence-led approach to clinical management,” *International Journal of Sports Physical Therapy*, vol. 6, pp. 254–266, 09 2011.
- [13] M. A. Domenech, P. S. Sizer, G. S. Dedrick, M. K. McGalliard, and J. M. Brismee, “The deep neck flexor endurance test: normative data scores in healthy adults,” *PM R*, vol. 3, no. 2, pp. 105–10, February 2011.
- [14] Physiopedia, “Cranio-cervical flexion test,” *Physiopedia*, 2020, Último acceso: 16 de octubre de 2024. [Online]. Available: https://www.physio-pedia.com/Cranio%E2%80%90cervical_Flexion_Test
- [15] “Cervical joint position error test,” *Physiopedia*, 2020, Último acceso: 16 de octubre de 2024. [Online]. Available: https://www.physio-pedia.com/Cervical_Joint_Position_Error_Test
- [16] S. J. Jones and J.-M. M. Miller. Spurling test. StatPearls, 2023. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK493152/>
- [17] P. Shen, C.-C. Tsang, Y. Liang, and X. Chen. (2023) Diagnostic accuracy of the upper limb neurodynamic test with median bias (ulnt1) for cervical radiculopathy: a systematic review and meta-analysis. Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.physio.2023.06.001>
- [18] R. Zanwar and S. Wani, “Reliability and validity of modified upper limb neurodynamic tests in patients with cervical radiculopathy,” *Hong Kong physiotherapy journal : official publication of the Hong Kong Physiotherapy Association Limited = Wu li chih liao*, vol. 44, no. 2, pp. 137–146, 2024.

- [19] G. M. Schneider, G. Jull, and K. Thomas, *The Cervical Spine: Mobilization, Manipulation, and Traction*, 4th ed. McGraw-Hill Education, 2014, en Dutton's Orthopaedic Examination, Evaluation, and Intervention.
- [20] V. Chengat, "Aplicación móvil relacionada: Mayaedu," aplicación descargada desde Google Play en junio de 2024. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=ai.mayamd.mayaedu&hl=es_DO
- [21] *Android Studio*, Google, recuperado en abril de 2024. [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro?hl=es-419>
- [22] *Flutter*, Google, recuperado en abril de 2024. [Online]. Available: <https://docs.flutter.dev/ui>
- [23] *Flutter Flow*, 2Dimensions, recuperado en abril de 2024. [Online]. Available: <https://docs.flutterflow.io>
- [24] D. Runde, "Calculated decisions: Nexus criteria for c-spine imaging," *Emergency Medicine Practice*, no. Suppl 8, pp. CD1–CD3, 08 2020.
- [25] K. Alektoroff and P. Papanagiotou, "Schleudertrauma der halswirbelsäule [whiplash injury of the cervical spine]," *Der Radiologe*, vol. 61, no. 8, pp. 710–713, 2021.
- [26] A. Gross, C. Goldsmith, V. Robinson, A., K., and H., "Manipulation and mobilization for neck pain contrasted against an active control or another active treatment," *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2015, Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://www.cochranelibrary.com>
- [27] M. Johnson and G. Tabasam, "An investigation into the analgesic effects of different frequencies of the amplitude-modulated waveform of interferential current therapy on cold-induced pain in normal subjects," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 84, no. 3, pp. 408–415, 2003.
- [28] T. Kay, A. Gross, C. Goldsmith, T. Haines, and A., "Exercise for mechanical neck disorders," *Cochrane Database of Systematic Reviews*, p. CD004250, 2017, Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://www.cochranelibrary.com>
- [29] J. L. Hoving, B. W. Koes, H. C. de Vet *et al.*, "Manual therapy, physical therapy, or continued care by a general practitioner for patients with neck pain: A randomized, controlled trial," *Annals of Internal Medicine*, vol. 136, pp. 713–722, 2002, [Epub 21 May 2002].

- [30] C. B. Oliveira, M. L. Ferreira, K. M. Refshauge, C. G. Maher, and et al., “Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview,” *European Spine Journal*, vol. 27, pp. 2791–2803, 2018, Último acceso: 18 de octubre de 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5673-2>
- [31] Creartive, “Personas - Íconos,” <https://www.flaticon.es/iconos-gratis/personas>, Último acceso: 7 de octubre de 2024.



Anexo A: Puntuación asociada al test Kujala

A continuación se presenta la Tabla A.1 que detalla las preguntas, opciones de respuesta y las puntuaciones correspondientes del test Kujala. Esta información permite calcular el resultado en porcentaje del paciente que realiza el test, lo que facilita la interpretación del estado funcional de la rodilla en función de las respuestas proporcionadas [6].



Pregunta	Pts.	Pregunta	Pts.
1. ¿Tiene usted cojera al caminar? A) No. B) Leve o periódica. C) Constante.	5 3 0	2. ¿Puede soportar el peso del cuerpo al estar en pie? A) Sí, sin dolor. B) Sí, con dolor. C) No, es imposible.	5 3 0
3. ¿Podría caminar? A) Una distancia ilimitada. B) Más de 2 km. C) Entre 1-2 km. D) Usted no puede caminar.	5 3 2 0	4. ¿Podría subir y bajar escaleras? A) Sin dificultad. B) Dolor leve al bajar las escaleras. C) Dolor leve al subir las escaleras. D) Dolor tanto al subir como al bajar.	10 8 8 5
5. ¿Al ponerse en cuclillas? A) No tiene problemas. B) Al realizar cuclillas repetidas veces es doloroso. C) Tiene dolor cada vez que se pone en cuclillas. D) Puede hacerlo si se apoya. E) No puede hacerlas.	5 4 3 2 0	6. ¿Podría correr? A) Sin ninguna dificultad. B) Siente dolor después de correr más de 2 km. C) Siente dolor leve desde el principio. D) Siente dolor severo. E) No puede correr.	10 8 6 3 0
7. ¿Podría saltar? A) Sin dificultad. B) Con ligera dificultad. C) Con dolor constante.	10 7 2	8. ¿Puede permanecer sentado con las rodillas dobladas? A) Sin dificultad. B) Siente dolor al sentarse solo después de hacer ejercicio. C) Siente dolor constante.	10 8 6
9. ¿Siente dolor en la rodilla? A) No. B) Sí, leve y ocasional. C) Sí, el dolor interfiere con el sueño. D) Sí, en ocasiones severo.	10 8 6 3	10. ¿Tiene hinchazón en la rodilla? A) No. B) Solo después de un esfuerzo intenso. C) Solo después de las actividades cotidianas. D) Todas las noches.	10 8 6 4
11. ¿Su rótula se mueve anormalmente o es dolorosa? A) Nunca. B) De vez en cuando en las actividades deportivas. C) De vez en cuando en las actividades diarias.	10 6 4	12. ¿Ha perdido masa muscular (atrofia) del muslo? A) No. B) Un poco. C) Mucha.	5 3 0
13. ¿Tiene dificultad para doblar la rodilla afectada? A) No. B) Un poco. C) Mucha.	5 3 0		

Tabla A.1: Preguntas y puntuación Test Kujala.

Anexo B: Detalles de los casos clínicos y diagramas asociados para la disfunción patelofemoral

En este anexo se detallan en profundidad los 3 casos clínicos utilizados en la aplicación móvil para razonamiento clínico y decisiones terapéuticas sobre la patología disfunción patelofemoral, y también, se muestran los diagramas adaptados de cada caso clínico para entender el razonamiento clínico utilizado:

Caso clínico 1:

Historia clínica: Maria, 44 años, refiere hace 2 semanas dolor 7/10 en la región anterior de la rodilla, media a moderada dificultad para descender las escaleras, presenta sensibilidad a la palpación de la faceta medial de la patela. Rango de movimiento pasivo completo.

Resultado de exámenes:

- **Bajada de escalón excéntrica:** Test negativo, no presenta mayores dificultades para realizar el examen. 4/5 criterios sin problemas. Presenta una leve inclinación del tronco.
- **Bajada de escalón lateral:** Test positivo, pierde la alineación del tronco y se inclina para realizar el movimiento. Además, extrae una mano de su cintura para realizar el movimiento.
- **Sentadilla con una pierna:** Test positivo, pierde la alineación del tronco y se inclina para realizar el movimiento. Además, tiene compensaciones en la articulación de la cadera, generando una rotación interna.
- **Estabilidad de cadera:** Test negativo, presenta un rango adecuado de fuerza en cada aspecto del ejercicio:
 - Abductores >45 % PC.
 - Rotadores externos >23 % PC.
 - Extensores >36 % PC.
- **Extensión de la rodilla:** Test negativo, presenta un rango adecuado de fuerza para el ejercicio:
 - Extensión de rodilla >46 % PC.
- **Test de movilidad del pie:** Test negativo, presenta un rango adecuado de diferencia de medición:
 - Ancho medio con carga: 8.6 [cm].

Ancho medio sin carga: 8.0 [cm].

Arco dorsal con carga: 6.2 [cm].

Arco dorsal sin carga: 7.0 [cm].

- **Índice de postura del pie:** Test negativo, no presenta puntaje parcial alto que indique un signo claro de pronación o supinación.
Puntaje paciente = 2.
- **Test de longitud muscular:** Test negativo, no presenta rangos de movimiento que indiquen hipomovilidad:
 - Isquiotibial: 87°.
 - Cuádriceps: 140°.
 - Banda iliotibial: 11°.
 - Sóleo: 15.5°.
 - Gastrocnemio: 8°.
- **Test de tilt patelar:** Test negativo, no presenta elevación del borde de la rótula fuera de los rangos normales: 10°.
- **Test Kujala:** El funcionamiento de la rodilla según el test da una evaluación del 67 % positiva.

Interpretación esperada: Debido a la positividad de los test de coordinación, y el relativamente bajo porcentaje del test Kujala, se considera que el paciente tiene una deficiencia de coordinación que acompaña su dolor patelofemoral en una condición aguda.

Tratamiento adecuado: Para corregir las dificultades presentadas necesita re-entrenamiento de marcha y movimiento.

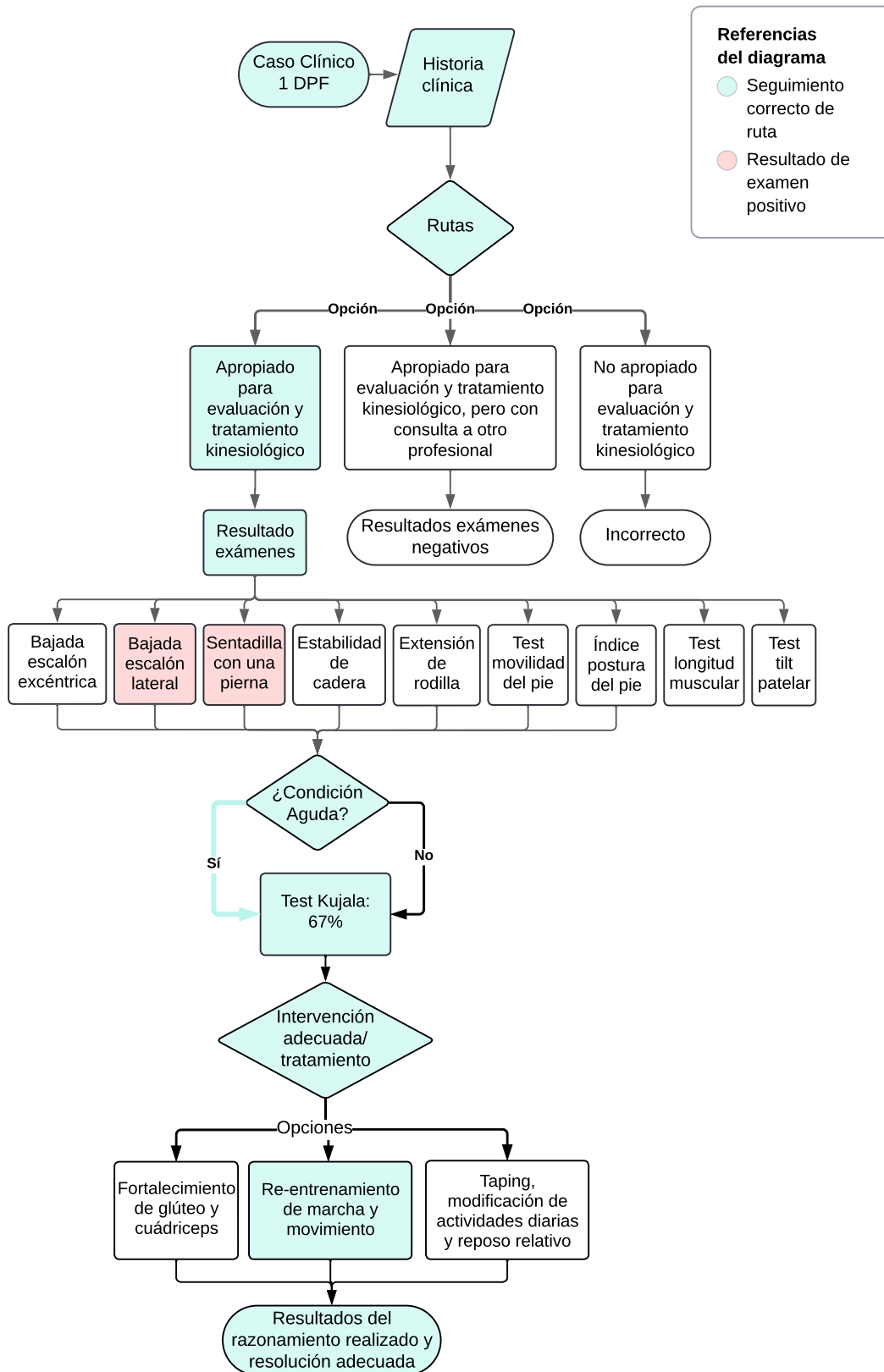


Fig. A.1: Diagrama de rutas adaptado del caso clínico 1 relacionado a la patología DPF.

Caso clínico 2:

Historia clínica: Juan, 17 años, consulta por dolor difuso en la rodilla y aumento discreto de volumen en la cara medial del fémur, sin antecedentes de trauma conocido. Al examen se evidencia sensibilidad a la palpación en la cara medial de la patela, con rango de movimiento restringido a la extensión. No practica habitualmente ninguna actividad física. Se cuenta con una radiografía anterior donde se observa una lesión ósea cortical exofítica en la unión metafiso-diafisaria distal medial del fémur, con continuidad cortico-medular.

Interpretación esperada: Debido a la complejidad de la lesión, el paciente no es apropiado para evaluación y tratamiento kinesiológico y debe ser derivado a un especialista.

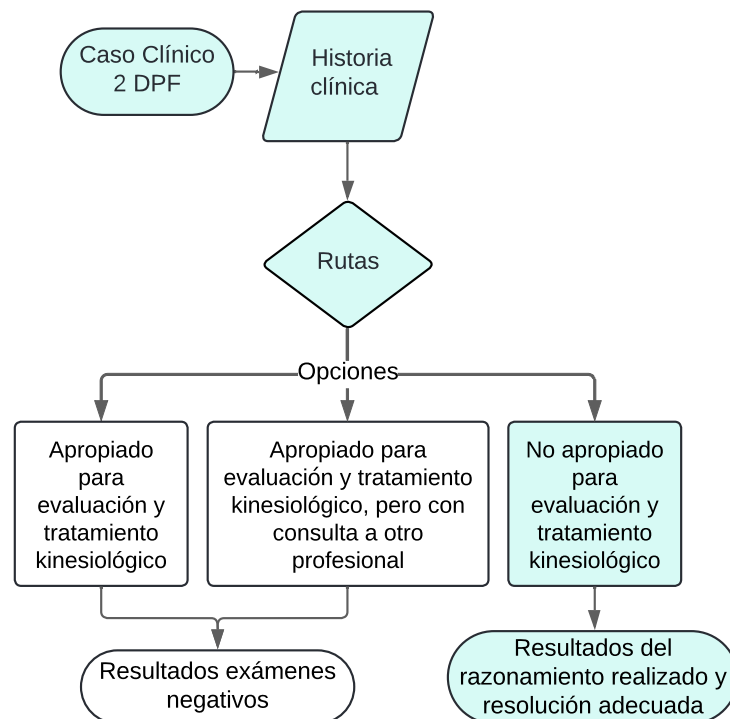


Fig. A.2: Diagrama de rutas adaptado del caso clínico 2 relacionado a la patología DPF.

Caso clínico 3:

Historia clínica: Romina, 30 años, refiere hace un año dolor en la región anterior en la rodilla derecha ENA 2/10. Con sensibilidad a la palpación de la faceta medial de la patela.

Resultado de exámenes:

- **Bajada de escalón excéntrica:** Test negativo, no presenta mayores dificultades para realizar el examen. 4/5 criterios sin problemas. Presenta una leve inclinación del tronco.
- **Bajada de escalón lateral:** Test negativo, no presenta mayores dificultades para realizar el examen. 4/5 criterios sin problemas. Solo se observa una pequeña estrategia de brazo para compensar el equilibrio.
- **Sentadilla con una pierna:** Test negativo, presenta 4/5 de los criterios de evaluación negativos. Solo presenta un leve movimiento del tronco ejerciendo una rotación lateral.
- **Estabilidad de cadera:** Test negativo, presenta un rango adecuado de fuerza en cada aspecto del ejercicio:
 - Abductores >45 % PC.
 - Rotadores externos >23 % PC.
 - Extensores >36 % PC.
- **Extensión de la rodilla:** Test negativo, presenta un rango adecuado de fuerza para el ejercicio: Extensión de rodilla >46 % PC.
- **Test de movilidad del pie:** Test negativo, presenta un rango adecuado de diferencia de medición:
 - Ancho medio con carga: 8.6 [cm].
 - Ancho medio sin carga: 8.0 [cm].
 - Arco dorsal con carga: 6.2 [cm].
 - Arco dorsal sin carga: 7.0 [cm].
- **Índice de postura del pie:** Test negativo, no presenta puntaje parcial alto que indique un signo claro de pronación o supinación.
 - Puntaje paciente = 2.
- **Test de longitud muscular:** Test positivo, presenta rangos de movimiento que indican cierto grado de hipomovilidad:

Isquiotibial: 70°.

Cuádriceps: 140°.

Banda iliotibial: 8°.

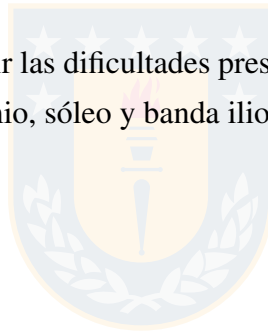
Sóleo: 12.5°.

Gastrocnemio: 6.5°.

- **Test de tilt patelar:** Test positivo, presenta elevación del borde de la rótula fuera de los rangos normales: menor a 0°, impidiendo elevarla del plano horizontal, lo cual puede indicar hipomovilidad.
- **Test Kujala:** El funcionamiento de la rodilla según el test da una evaluación del 91 % positiva.

Interpretación esperada: Debido a la persistencia durante un año, se considera como condición no aguda (crónica). A pesar del alto porcentaje del test Kujala, que sugiere un buen funcionamiento general de la rodilla, los test de movilidad muestran deficiencias en el rango de movimiento. Estas restricciones contribuyen al dolor continuo.

Tratamiento adecuado: Para corregir las dificultades presentadas necesita movilidad de tejido blanco, isquiosurales, cuádriceps, gastrocnemio, sóleo y banda iliotibial.



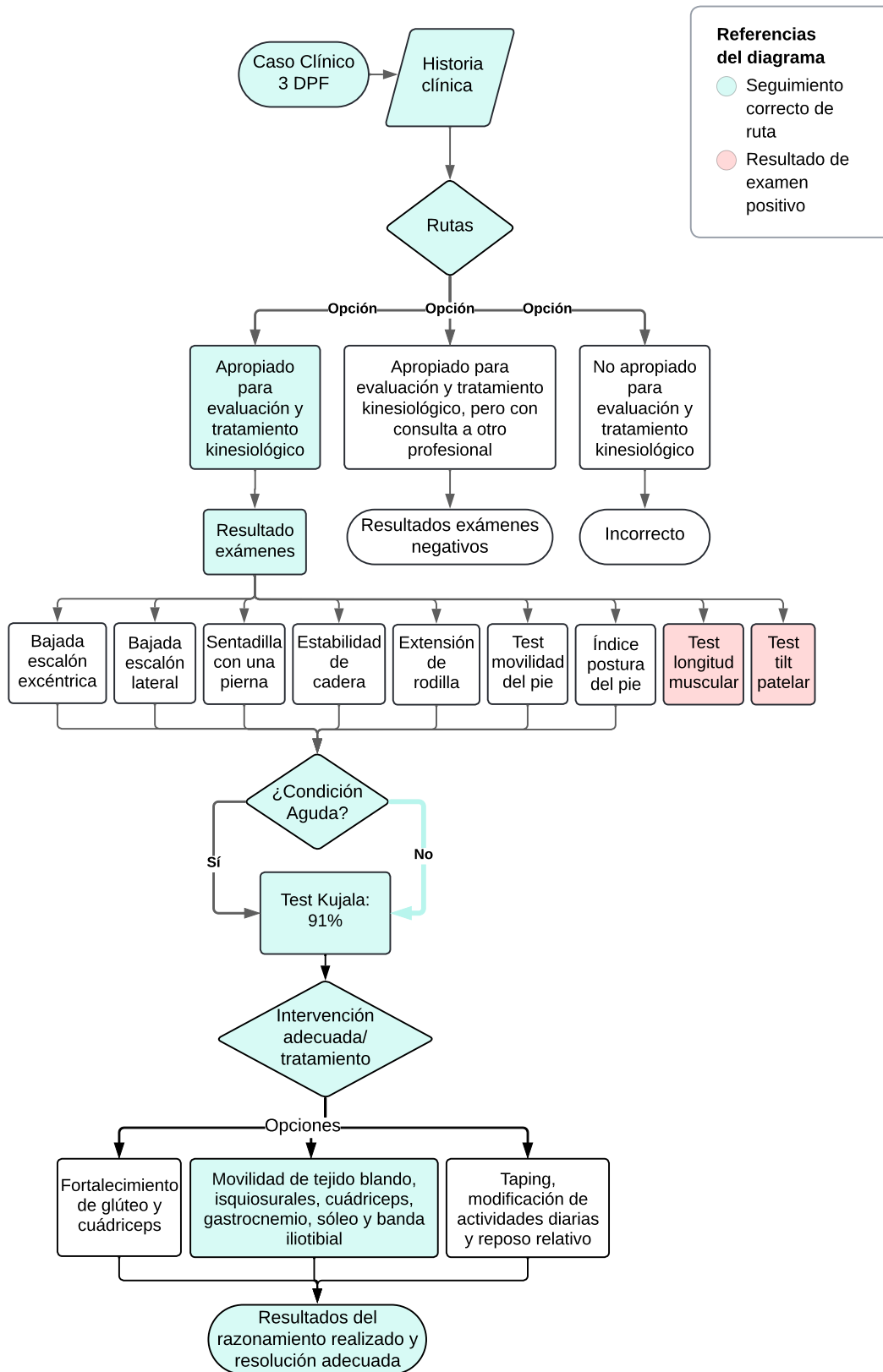


Fig. A.3: Diagrama de rutas adaptado del caso clínico 3 relacionado a la patología DPF.

Anexo C: Diagramas de rutas de los casos clínicos asociados al dolor cervical

En este anexo se presentan los diagramas de rutas correspondientes a los casos clínicos de dolor cervical, los cuales ofrecen una visión detallada del proceso de razonamiento clínico empleado en cada caso (Figuras A.4 - A.8).

Los diagramas comienzan con la historia clínica del paciente, proporcionando un contexto crucial para la evaluación. A continuación, se lleva a cabo una evaluación inicial para determinar si el paciente presenta alguna señal de alerta. Esta fase es fundamental, ya que permite identificar posibles complicaciones o condiciones que requieran atención inmediata.

Una vez realizadas estas evaluaciones, el diagrama guía al usuario en la elección de la ruta correcta, que conduce a los resultados de los exámenes realizados. Esta sección es clave para entender cómo los hallazgos diagnósticos influyen en el manejo del paciente.

Posteriormente, se incluye la clasificación y fase de la patología, elementos que son esenciales para establecer un plan de tratamiento adecuado. Finalmente, el diagrama culmina con la intervención recomendada y la resolución del caso, lo que proporciona una visión integral del proceso de toma de decisiones clínicas en el manejo del dolor cervical.

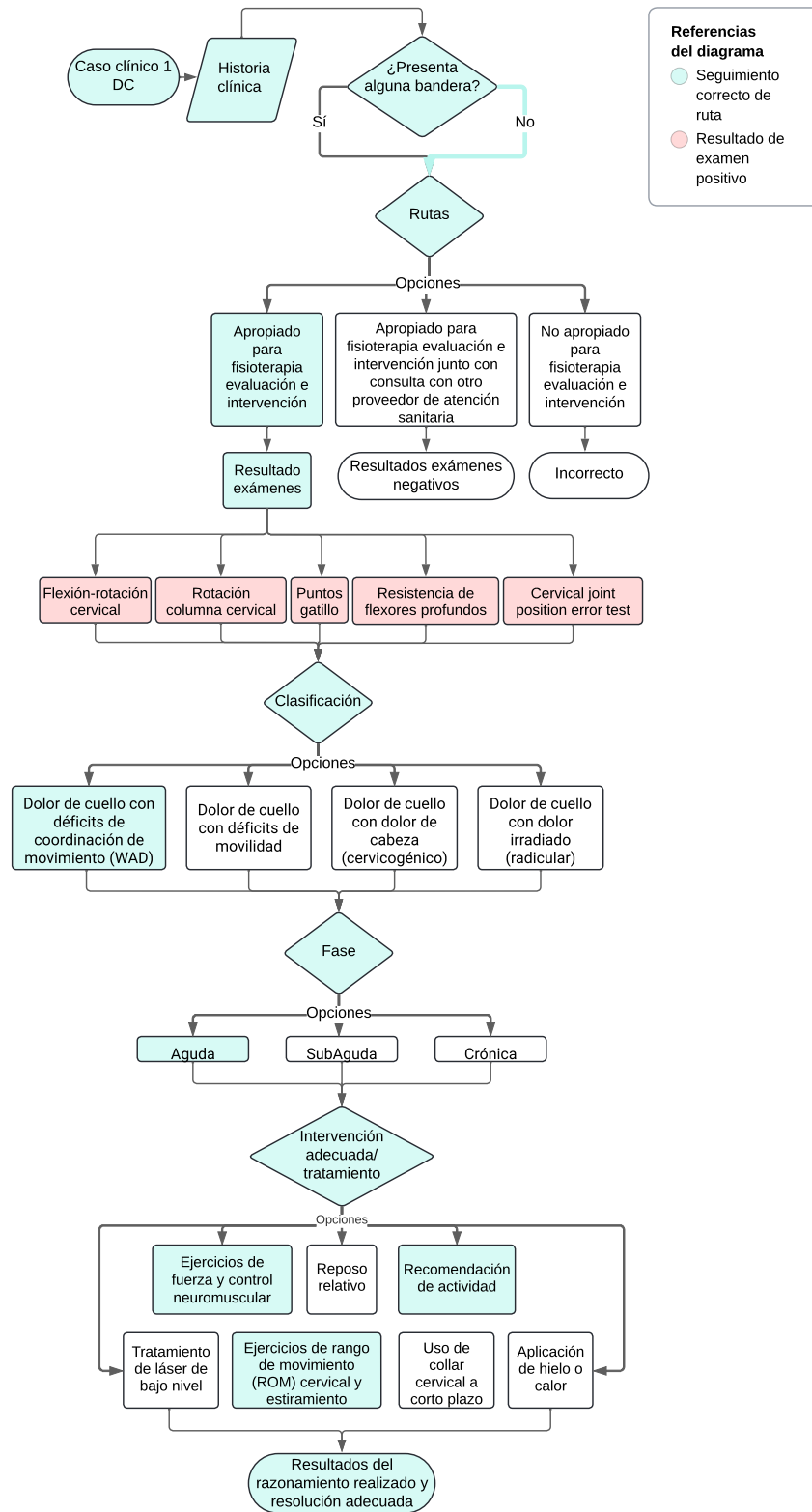


Fig. A.4: Diagrama de rutas del caso clínico 1 relacionado a la patología dolor cervical.

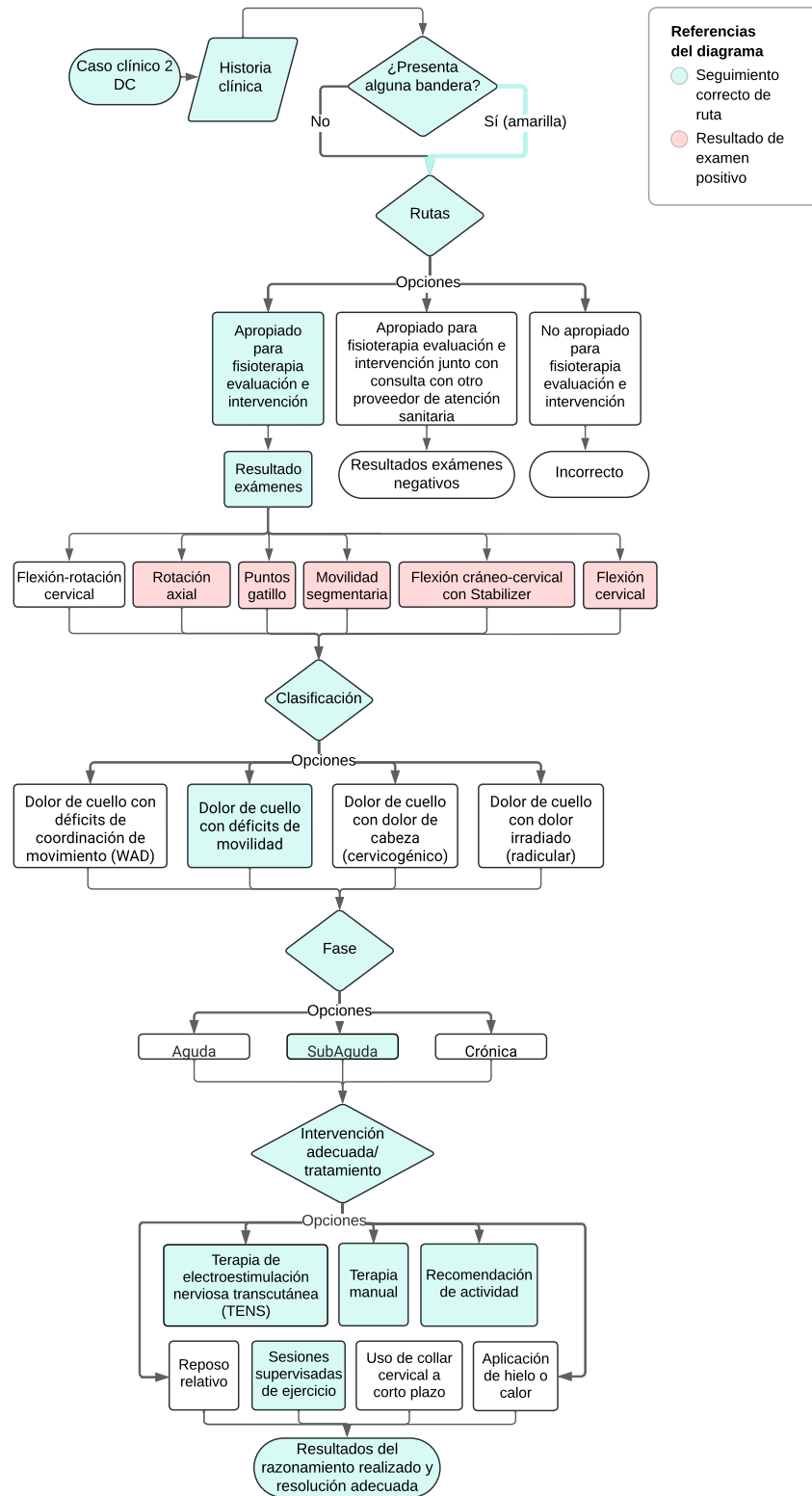


Fig. A.5: Diagrama de rutas del caso clínico 2 relacionado a la patología dolor cervical.

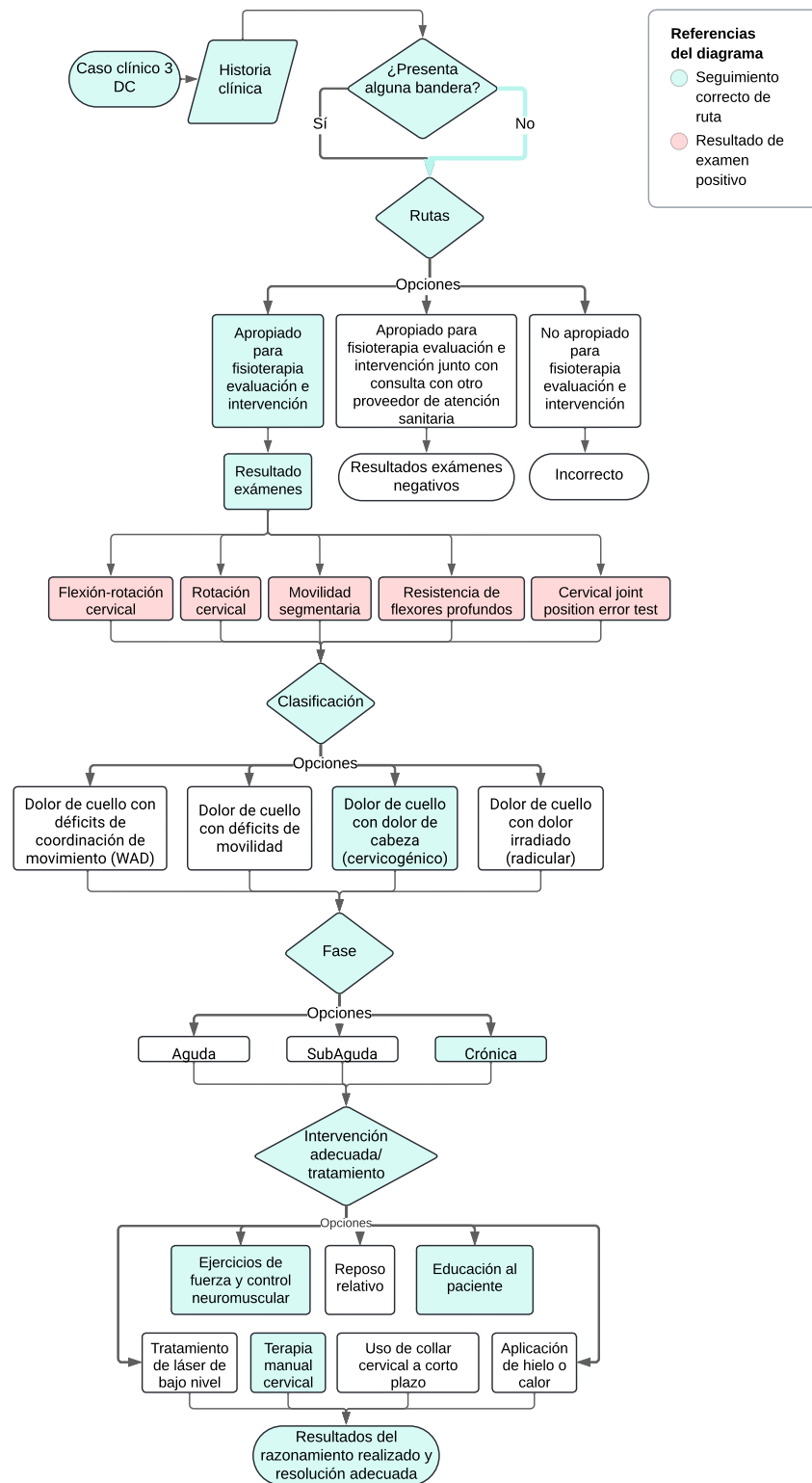


Fig. A.6: Diagrama de rutas del caso clínico 3 relacionado a la patología dolor cervical.

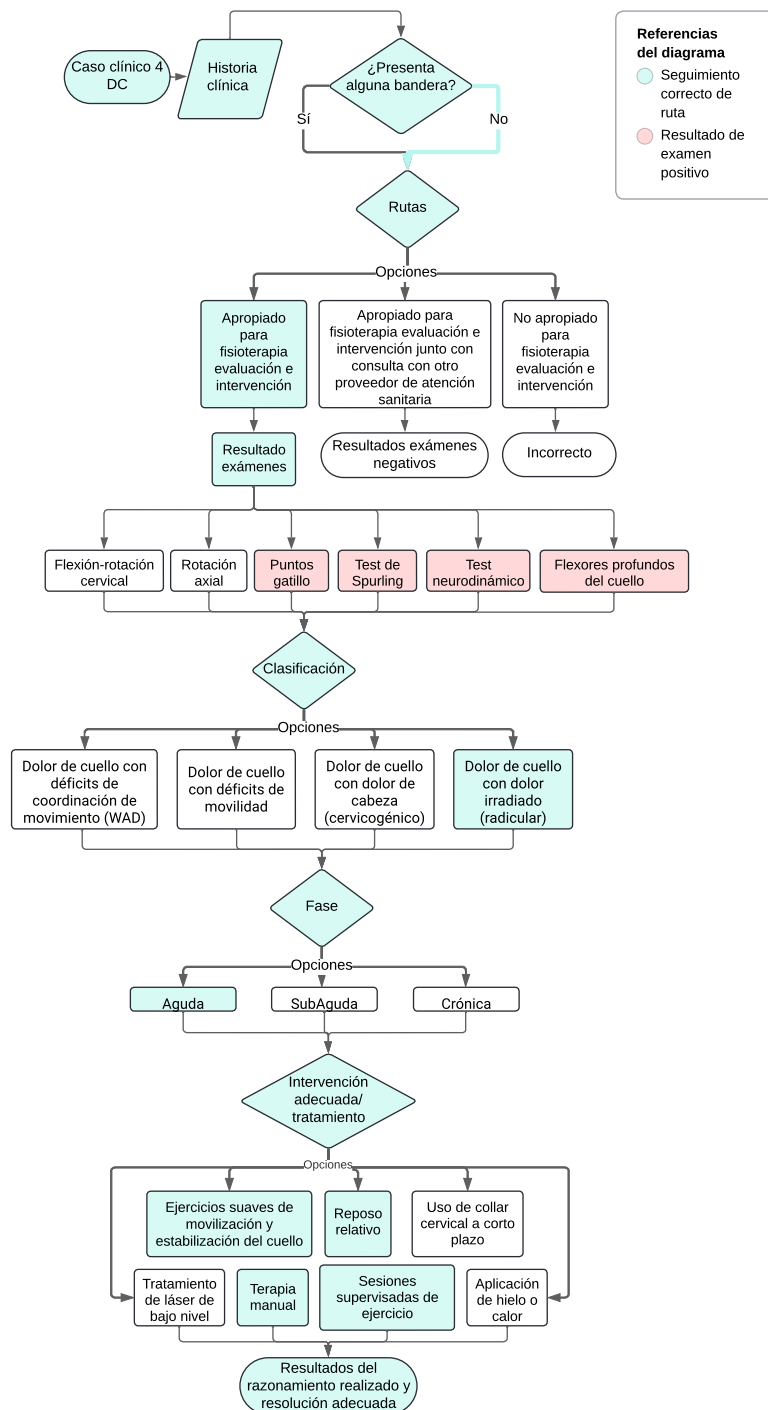


Fig. A.7: Diagrama de rutas del caso clínico 4 relacionado a la patología dolor cervical.

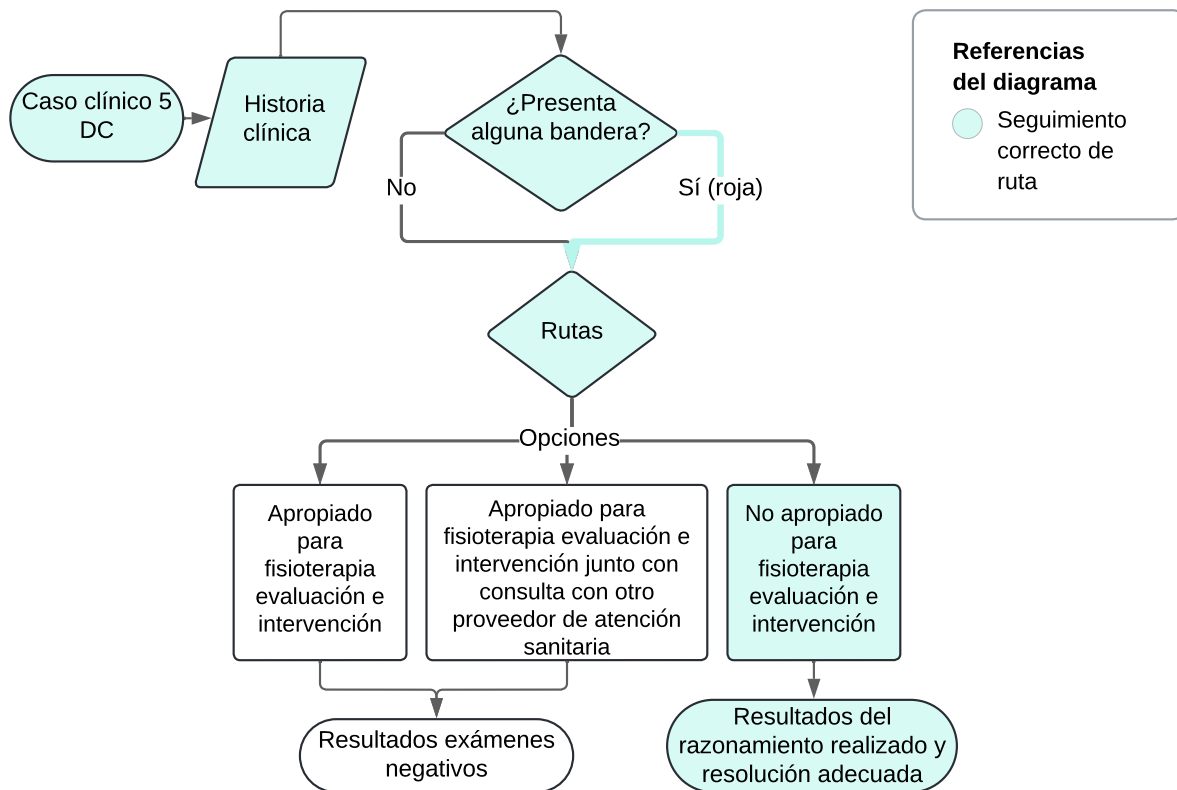


Fig. A.8: Diagrama de rutas del caso clínico 5 relacionado a la patología dolor cervical.

Anexo D: Fotografías de referencia para los exámenes asociados a los casos clínicos

En este anexo se presentan las fotografías realizadas en colaboración con el profesor Mario Muñoz B., en la Facultad de Kinesiología de la universidad. Estas fotografías representan visualmente los exámenes clínicos asociados a cada caso abordado en la aplicación móvil. Dado a que las imágenes disponibles en la web no cumplían con la calidad necesaria para su uso explicativo, se decidió tomar nuevas fotografías que garanticen una mayor claridad y precisión visual.

Las fotografías obtenidas se integran como parte de los recursos educativos dentro de la aplicación móvil, proporcionando una referencia visual detallada de todos los exámenes clínicos asociados.

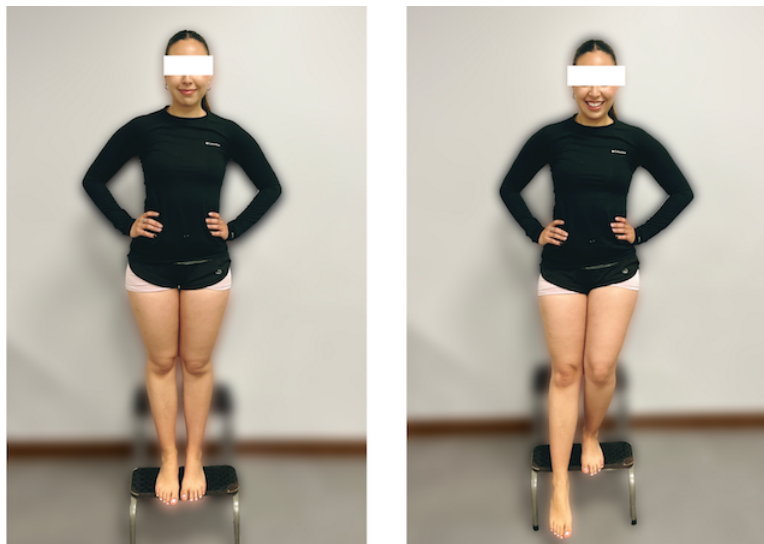


Fig. A.9: Fotografía de examen: Bajada de escalón excéntrica



Fig. A.10: Fotografía de examen: Bajada de escalón lateral



Fig. A.11: Fotografía de examen: Sentadilla con una pierna



Fig. A.12: Fotografía de examen: Estabilidad de cadera



Fig. A.13: Fotografía de examen: Extensión de la rodilla



Fig. A.14: Fotografía de examen: Movilidad del pie (altura del arco dorsal)

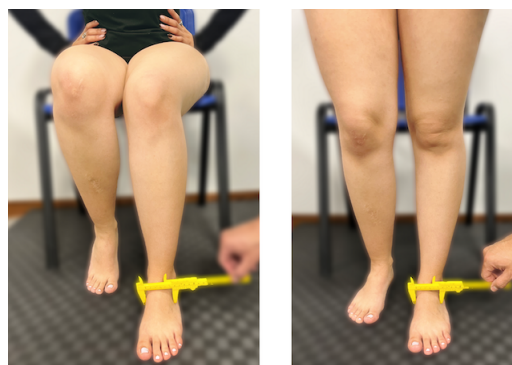


Fig. A.15: Fotografía de examen: Movilidad del pie (ancho del pie medio)



Fig. A.16: Fotografía de examen: Índice de la postura del pie



Fig. A.17: Fotografía de examen: Test de longitud muscular (levantamiento de pierna recta)



Fig. A.18: Fotografía de examen: Test de longitud muscular (flexión de rodilla prono)



Fig. A.19: Fotografía de examen: Test de longitud muscular (test de ober)

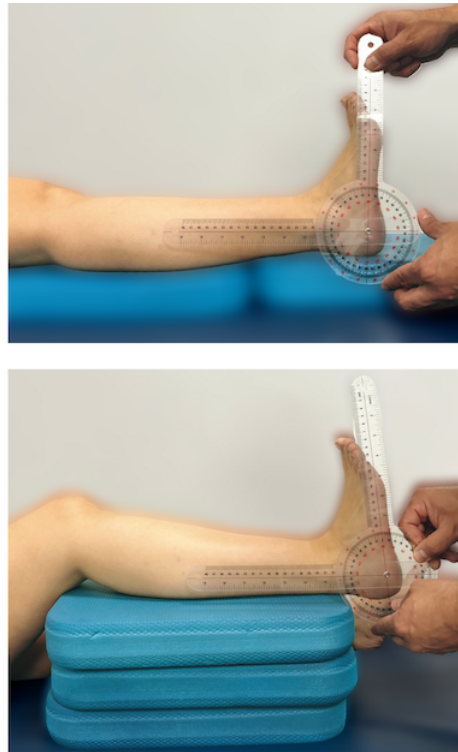


Fig. A.20: Fotografía de examen: Test de longitud muscular (dorsiflexión de tobillo)



Fig. A.21: Fotografía de examen: Test de tilt patelar



Fig. A.22: Fotografía de examen: Test de flexión-rotación cervical



Fig. A.23: Fotografía de examen: Test de rotación axial

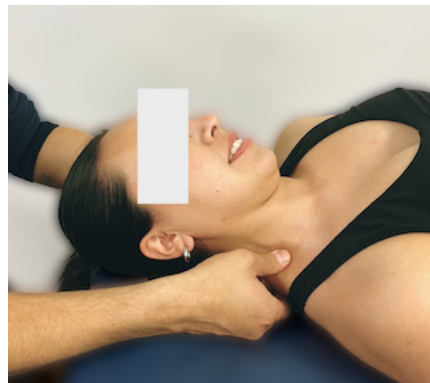


Fig. A.24: Fotografía de examen: Test de puntos gatillo (trapecio superior)



Fig. A.25: Fotografía de examen: Test de puntos gatillo (esternocleidomastoideo)



Fig. A.26: Fotografía de examen: Test de puntos gatillo (temporal)



Fig. A.27: Fotografía de examen: Test de puntos gatillo (suboccipital)



Fig. A.28: Fotografía de examen: Test neurodinámico

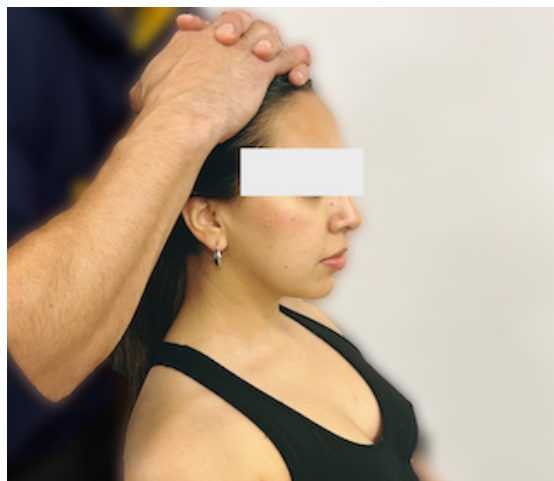


Fig. A.29: Fotografía de examen: Spurling test



Fig. A.30: Fotografía de examen: Test de rotación de la columna cervical



Fig. A.31: Fotografía de examen: Test de resistencia de los flexores profundos del cuello

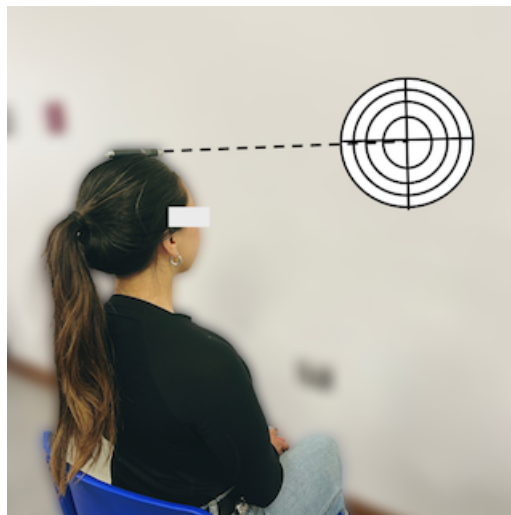


Fig. A.32: Fotografía de examen: Cervical join position error test

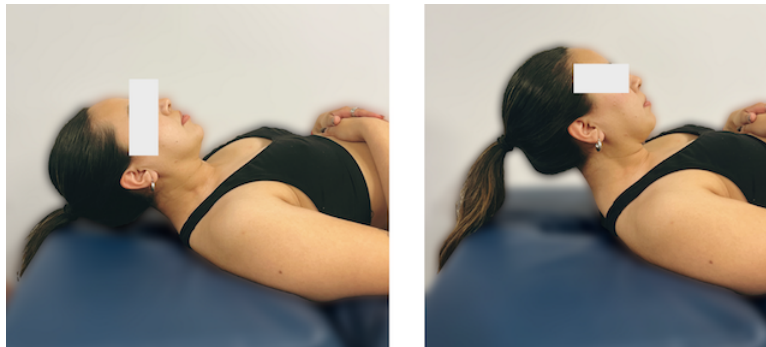


Fig. A.33: Fotografía de examen: Test de flexión cervical

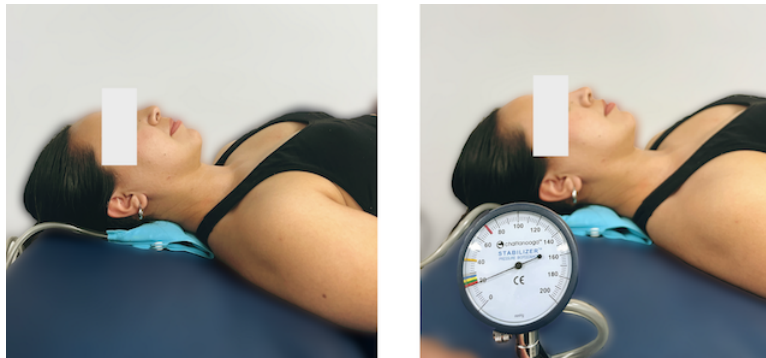


Fig. A.34: Fotografía de examen: Test de flexión cráneo - cervical con Stabilizer



Fig. A.35: Fotografía de examen: Test de movilidad segmentaria cervical

Anexo E: Manual de usuario de la aplicación

En este anexo se presenta el manual de usuario para la aplicación móvil. El cual proporciona instrucciones sobre las funcionalidades de la aplicación, facilitando así su uso en formato visual, para que los usuarios puedan familiarizarse rápidamente con la interfaz y las opciones disponibles.

¿CÓMO UTILIZAR LA APLICACIÓN RAZONAMIENTO CLÍNICO?

APLICACIÓN MÓVIL DISEÑADA PARA ESTUDIANTES DE KINESIOLOGÍA CON
EL OBJETIVO DE PRACTICAR EL RAZONAMIENTO CLÍNICO A TRAVÉS DE
CASOS CLÍNICOS SIMULADOS



Fig. A.36: Manual de usuario - página 1.

1 ACCESO A LA APLICACIÓN

2 SELECCIÓN DE PATOLOGÍA

ENTRA AL SIGUIENTE LINK DESDE TU DISPOSITIVO MÓVIL:

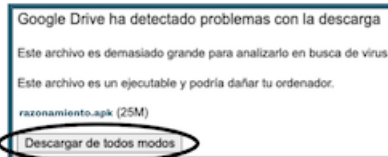
<http://razonamiento.flutterflow.app>



SI UTILIZAS UN DISPOSITIVO ANDROID, SE RECOMIENDA DESCARGAR EL ARCHIVO APK PARA OBTENER UNA MEJOR RESOLUCIÓN:



SI LA DESCARGA NO SE INICIA AUTOMÁTICAMENTE, RECUERDA OTORGA EL PERMISO EN LA CONFIGURACIÓN DE TU DISPOSITIVO



ELIGE LA PATOLOGÍA QUE DESEAS ESTUDIAR PARA MEJORAR TU RAZONAMIENTO CLÍNICO. LAS OPCIONES DISPONIBLES SON: DOLOR CERVICAL Y DISFUNCIÓN PATELOFEMORAL.



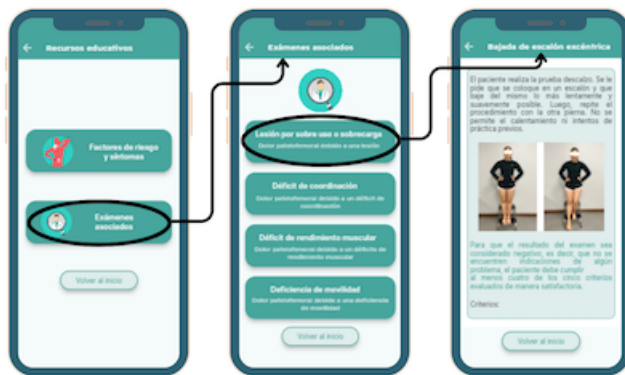
Fig. A.37: Manual de usuario - páginas 2 y 3.

3 REVISIÓN DE RECURSOS EDUCATIVOS

4 ELECCIÓN DE UN CASO CLÍNICO

EXPLORA LOS RECURSOS EDUCATIVOS. AQUÍ ENCONTRARÁS INFORMACIÓN SOBRE FACTORES DE RIESGO, SÍNTOMAS Y EXÁMENES CLÍNICOS QUE TE AYUDARÁN A COMPRENDER MEJOR LA PATOLOGÍA.

ELIGE UNO DE LOS CASOS CLÍNICOS DISPONIBLES PARA COMENZAR EL RAZONAMIENTO CLÍNICO, LUEGO LEE CON ATENCIÓN LA HISTORIA CLÍNICA DEL PACIENTE QUE SE PRESENTA.



EJEMPLO DE RECURSOS EDUCATIVOS Y EXAMEN ASOCIADO A LA DISFUNCIÓN PATELOFEMORAL



EJEMPLO DE CASOS CLÍNICOS DISPONIBLES PARA LA DISFUNCIÓN PATELOFEMORAL

Fig. A.38: Manual de usuario - páginas 4 y 5.

5 RAZONAMIENTO CLÍNICO

ANALIZA LAS PREGUNTAS DEL CASO Y SELECCIONA LA OPCIÓN CORRECTA. ADEMÁS, REVISAS LOS RESULTADOS DE LOS EXÁMENES DESLIZANDO HACIA LOS LADOS. LUEGO, RESPONDE LAS PREGUNTAS ADICIONALES.



EJEMPLO DE PREGUNTAS Y RESULTADOS DE EXÁMENES EN CASOS DE DISFUNCIÓN PATELOFEMORAL

6 RESOLUCIÓN

SI TU RAZONAMIENTO FUE INCORRECTO, LA RESOLUCIÓN APARECERÁ RESALTADA EN ROJO. REGRESA AL INICIO E INTÉNTALO NUEVAMENTE.



SI TU RAZONAMIENTO ES CORRECTO, LAS RESPUESTAS DE LA RESOLUCIÓN FINAL APARECERÁN EN VERDE. LUEGO, PUEDES REGRESAR AL INICIO Y SELECCIONAR UN NUEVO CASO CLÍNICO PARA SEGUIR PRACTICANDO.



Fig. A.39: Manual de usuario - páginas 6 y 7.

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN – FACULTAD DE INGENIERÍA

RESUMEN DE MEMORIA DE TÍTULO

Departamento:	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Carrera:	Ingeniería Civil Biomédica
Nombre del memorista:	Sofía Pinilla Sandoval
Título de la memoria:	Desarrollo de aplicación móvil para razonamiento clínico y decisiones terapéuticas en Kinesiología
Fecha de la presentación oral:	22 de Noviembre del 2024
Profesor(es) Guía:	Pamela Guevara A., Mario Muñoz B.
Profesor(es) Revisor(es):	Mario Medina C.
Concepto:	
Calificación:	

Resumen

En kinesiología, el razonamiento clínico es clave para el diagnóstico y tratamiento. Para fortalecer esta habilidad en estudiantes, se desarrolló una aplicación móvil interactiva que simula diagnósticos de disfunción patelofemoral y dolor cervical. La nueva versión integra ocho casos clínicos, cinco más que la anterior, cada uno con síntomas, pruebas diagnósticas y tratamientos simulados. Además, incluye una sección de “recursos educativos” que detalla síntomas y factores de riesgo, y exámenes asociados con fotografías explicativas.

La implementación se guió mediante diagramas de rutas que estructuran el flujo de cada caso clínico. Desarrollada en Flutter Flow, la aplicación ofrece retroalimentación específica para respuestas correctas e incorrectas, optimizando el aprendizaje. La funcionalidad fue validada con la simulación de un caso clínico, confirmando la correspondencia con los diagramas diseñados. Se añadieron mejoras como correcciones visuales y un botón de retorno en todas las pantallas.

Probada en dispositivos Android (APK y enlace) e iOS (enlace). También se creó un manual de usuario para facilitar su uso y proteger derechos de autor. Este proyecto sienta bases para ampliar patologías y casos, contribuyendo al aprendizaje en razonamiento clínico.