



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE LICENCIADO EN TERAPIA FÍSICA**

TÍTULO DEL PROYECTO:

ENTRENAMIENTO INMERSIVO 3D PARA EL REACONDICIONAMIENTO DE
LA FUERZA EN EL DELTOIDES EN PACIENTES DE 40 A 50 AÑOS CON
RECONSTRUCCIÓN LIGAMENTARIA DE HOMBRO EN EL HOSPITAL
GENERAL ANDINO DE RIOBAMBA. AGOSTO – DICIEMBRE 2025.

AUTORES:

DOMÉNICA PATRICIA ARPI FALCONÍ

ÁNGEL RICARDO LÓPEZ PAREDES

TUTORA:

LCDA. CYNTHIA ELIZABETH PILCO TOSCANO MGS.

GUARANDA - ECUADOR

2025

Título

Entrenamiento Inmersivo 3D Para el Reacondicionamiento de la Fuerza en el Deltoides en Pacientes de 40 a 50 Años con Reconstrucción Ligamentaria de Hombro en el Hospital General Andino de Riobamba. Agosto – Diciembre 2025.

Dedicatoria

A Dios, por darme la fuerza necesaria para no rendirme y llegar hasta aquí. A mi abuelita, quien ha estado conmigo en cada etapa de mi vida y hoy ve cumplida esta meta, por motivarme cada día y no dejarme caer, por su entrega constante, su ejemplo y la fortaleza que siempre me transmitió. A mi madre, por animarme y recordarme que sí podía lograrlo. A mi novio Styven, por estar presente en cada momento, acompañarme en las largas noches de estudio y brindarme siempre su apoyo. Este trabajo representa el esfuerzo y el amor de quienes nunca me dejaron sola. A todos ustedes, gracias por ser parte fundamental de este logro tan importante en mi vida.

Con cariño,

Doménica Patricia Arpi Falconí

A Dios y a Santa Rita, por ser mi fuente de fortaleza y darme la sabiduría necesaria para culminar esta etapa fundamental de mi vida. A mis padres, por su amor incondicional y por no soltar mi mano en ningún momento. Gracias por el apoyo constante en cada decisión y en cada peldaño de este camino; por enseñarme el valor de la humildad y la importancia de no rendirme jamás. Gracias, sobre todo, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. A mis hermanos, por ser mi apoyo incondicional en cada una de mis metas y locuras. A Thalía, por acompañarme desde el primer día de mi carrera y brindarme su apoyo inalterable. A mi abuelito, quien me cuida desde el cielo. Su bendición y recuerdo han sido la guía que me ha mantenido siempre por el camino del bien.

Con cariño,

Ángel Ricardo López Paredes

Agradecimientos

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, por brindarnos la oportunidad de formarnos profesionalmente en un entorno de aprendizaje enriquecedor, por proporcionarnos los recursos, conocimientos y herramientas que nos permitieron culminar esta etapa fundamental de nuestra vida académica.

De manera especial, extendemos nuestro reconocimiento a la Lcda. Cynthia Elizabeth Pilco Toscano Mgs., por su acompañamiento constante y su guía durante el desarrollo de este proyecto de investigación. Su disposición para orientarnos, su apoyo y su paciencia en cada etapa nos permitieron superar los desafíos que se presentaron y avanzar con claridad y confianza en la elaboración de este trabajo. Gracias a su dedicación y profesionalismo, pudimos fortalecer nuestras habilidades, perfeccionar nuestras ideas y mantenernos motivados hasta alcanzar los objetivos planteados.

Con sincera gratitud,

Doménica Patricia Arpi Falconí

Ángel Ricardo López Paredes

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Yo, Lcda. Cynthia Elizabeth Pilco Toscano Mgs, en calidad de Tutor del Proyecto de Investigación

CERTIFICA

Que el Proyecto de Investigación como requisito para la titulación de grado, con el tema: "Entrenamiento Inmersivo 3D Para el Reacondicionamiento de la Fuerza en el Deltoides en Pacientes de 40 a 50 Años con Reconstrucción Ligamentaria de Hombro en el Hospital General Andino de Riobamba. Agosto – Diciembre 2025" realizado por los estudiantes Arpi Falconí Doménica Patricia con C.I. 0706323532 y López Paredes Ángel Ricardo con C.I. 0202445128 han cumplido con los lineamientos metodológicos, estructurales de la Carrera de Terapia Física, para ser sometido a revisión, de pares académicos nombrado por Consejo Directivo de la Facultad y posteriormente a la sustentación pública.

Guaranda, 18 de mayo del 2026

Atentamente,



.....
Lcda. Cynthia Elizabeth Pilco Toscano Mgs.

DERECHOS DE AUTOR

Yo/nosotros Domenica Patricia Arpi Falconi y Angel Ricardo Lopez Paredes portador/res de la Cédula de Identidad No 0706323532 y 0202445128 en calidad de autor/res y titular/es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: "Entrenamiento Inmersivo 3D Para el Reacondicionamiento de la Fuerza en el Deltoides en Pacientes de 40 a 50 Años con Reconstrucción Ligamentaria de Hombro en el Hospital General Andino de Riobamba. Agosto – Diciembre 2025" modalidad Proyecto de Investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi/nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo/autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El (los) autor (es) declara (n) que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.



Arpi Falconi Domenica Patricia



Lopez Paredes Angel Ricardo

Índice

Título	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Certificado Emitido para la calificación	V
Declaración de Autoría.....	VI
Índice de tablas	X
Índice de gráficos	XI
Resumen Ejecutivo	XII
Abstract.....	XIII
Introducción.....	XIV
CAPÍTULO I EL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Justificación de la Investigación.....	4
1.5. Limitaciones	5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de la Investigación	6
2.2. Bases Teóricas	12
2.2.1. Reconstrucción ligamentaria de hombro	12

2.2.2. Músculo deltoides.....	15
2.2.3. Entrenamiento inmersivo 3D.....	17
2.2.4. Escala de Oxford	21
2.3. Definición de Términos	23
2.4. Sistemas de hipótesis	24
2.5. Sistemas de Variables	25
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	27
3.1. Nivel de Investigación.....	27
3.2. Diseño.....	27
3.2.1. Alcance.....	27
3.2.2. Cohorte de la investigación	27
3.3. Población y Muestra	28
3.3.1. Criterios de Inclusión	28
3.3.2. Criterios de Exclusión	28
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	29
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	32
CAPÍTULO IV MARCO ADMINISTRATIVO.....	33
4.1. Recursos Humanos	33
4.2. Recursos Materiales.....	33
4.3. Recursos Económicos.....	33
4.4. Cronograma de Actividades	35

CAPÍTULO V RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS	36
5.1. Resultados según objetivo 1	36
5.2. Resultados según objetivo 2	37
5.3. Resultados según objetivo 3	37
5.4. Resultados según objetivo 4	38
5.5. Resultados según objetivo 5	39
5.6. Comprobación de la Hipótesis.....	40
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
6.1. Conclusiones.....	41
6.2. Discusión.....	42
6.3. Recomendaciones	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS.....	55

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	26
Tabla 2 Protocolo del entrenamiento inmersivo 3D.....	31
Tabla 3 Recursos económicos	34
Tabla 4 Cronograma de actividades	35
Tabla 5 Evaluación inicial de la fuerza del deltoides con la Escala de Oxford.....	36
Tabla 6 Evaluación final con la Escala de Oxford en el deltoides tras la intervención..	38
Tabla 7 Comparación de los resultados del pre-test y del post-test	39
Tabla 8 Prueba de Wilcoxon	40

Índice de gráficos

Ilustración 1 Aplicación de Goalkeeper VR Challenge.....	31
Ilustración 2 Aplicación del Beat Saber	31

Resumen Ejecutivo

La debilidad del deltoides tras una reconstrucción ligamentaria de hombro es frecuente y limita el retorno a las actividades diarias debido a la atrofia generada por la inmovilización postoperatoria. Frente a ello, el entrenamiento inmersivo 3D surge como una alternativa innovadora que, mediante estímulos interactivos, favorece la reeducación motora y el fortalecimiento muscular.

Se desarrolló una investigación cuantitativa, cuasiexperimental y longitudinal en 21 pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro atendidos en el Hospital General Andino de Riobamba, durante el periodo Agosto–Diciembre de 2025; la intervención consistió en un protocolo de cuatro semanas utilizando dos videojuegos de realidad virtual como Goalkeeper VR Challenge y Beat Saber, con sesiones de 33 minutos, dos veces por semana. La fuerza muscular del deltoides se evaluó mediante la Escala de Oxford en pre y post intervención. Para el análisis estadístico se empleó la prueba de Wilcoxon con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

En la evaluación inicial, el 61,9% de los pacientes presentó un grado 3 de fuerza muscular, mientras que el 38,1% se ubicó en grado 4. Tras la intervención, el 57,1% alcanzó el grado 5 y el 42,9% se ubicó en grado 4, evidenciando un incremento notable en la fuerza deltoidea. La prueba de Wilcoxon confirmó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,001$), demostrando la efectividad del entrenamiento inmersivo 3D para mejorar el reacondicionamiento muscular del deltoides en esta población. Por lo tanto este enfoque terapéutico representa una alternativa accesible, replicable y de bajo costo, con potencial para incorporarse en programas de rehabilitación física.

Palabras clave: Entrenamiento inmersivo 3D; Realidad virtual; Deltoides; Fuerza muscular; Reconstrucción ligamentaria de hombro.

Abstract

Deltoid weakness after shoulder ligament reconstruction is common and limits the return to daily activities due to atrophy caused by postoperative immobilization. In response to this issue, 3D immersive training emerges as an innovative alternative that, through interactive stimuli, promotes motor re-education and muscle strengthening.

A quantitative, quasi-experimental, and longitudinal study was conducted with 21 patients aged 40 to 50 who had undergone shoulder ligament reconstruction and were treated at the Hospital General Andino in Riobamba during the period of August–December 2025. The intervention consisted of a four-week protocol using two virtual reality video games, Goalkeeper VR Challenge and Beat Saber, with 33 minutes sessions twice per week. Deltoid muscle strength was evaluated using the Oxford Scale before and after the intervention. Statistical analysis was performed using the Wilcoxon test with a significance level of $p < 0.05$.

At baseline, 61,9% of patients presented grade 3 muscle strength, while 38,1% were at grade 4. After the intervention, 57,1% reached grade 5 and 42.9% remained at grade 4, showing a notable increase in deltoid strength. The Wilcoxon test confirmed statistically significant differences ($p = 0.001$), demonstrating the effectiveness of 3D immersive training in improving deltoid muscle conditioning in this population. Therefore, this therapeutic approach represents an accessible, replicable, and low-cost alternative with strong potential for integration into physical rehabilitation programs.

Keywords: 3D immersive training; Virtual reality; Deltoid; Muscle strength; Shoulder ligament reconstruction.

Introducción

La recuperación funcional del hombro después de una reconstrucción ligamentaria representa un proceso complejo que exige un abordaje terapéutico progresivo. Uno de los desafíos es el reacondicionamiento de la fuerza del músculo deltoideos, cuya participación es esencial para la movilidad, estabilidad y ejecución de actividades básicas como elevar o movilizar objetos. Sin embargo, la inmovilización postoperatoria desencadena una pérdida significativa de fuerza, interfiriendo directamente en el retorno del paciente a sus actividades (Provencher et al., 2021).

En los últimos años, el entrenamiento inmersivo 3D se ha posicionado como una herramienta innovadora dentro de la fisioterapia debido a su capacidad para potenciar el reacondicionamiento de la fuerza muscular mediante entornos virtuales interactivos, lo que permite que el paciente realice movimientos funcionales guiados, acompañados de retroalimentación sensorial, lo que favorece una activación muscular más efectiva y una mayor participación durante la rehabilitación. A diferencia de los métodos convencionales, el entrenamiento inmersivo 3D emplea videojuegos que exigen movimientos controlados y progresivos, elementos clave para recuperar la fuerza tras una cirugía ligamentaria. Plataformas como Goalkeeper VR Challenge y Beat Saber requieren amplitud de movimiento y resistencia, estimulando de manera constante el trabajo del deltoideos (Hanke et al., 2024).

Considerando estos beneficios, la implementación del entrenamiento inmersivo 3D en pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro se perfila como una estrategia prometedora para acelerar el reacondicionamiento de la fuerza muscular del deltoideos, favoreciendo un retorno más eficiente a las actividades cotidianas. Por ello, se plantea determinar su impacto dentro del proceso de rehabilitación, contribuyendo a ampliar el uso de tecnologías emergentes dentro de la práctica fisioterapéutica.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

La debilidad del deltoides en pacientes de entre 40 a 50 años que han sido sometidos a una reconstrucción ligamentaria de hombro, se evidencia a través de una disminución considerable en la fuerza de la extremidad afectada. Esta condición provoca dificultades para llevar a cabo movimientos cotidianos, como levantar objetos o realizar actividades que demandan estabilidad y resistencia en la articulación del hombro, donde la causa principal se debe a la atrofia muscular como consecuencia de la inmovilización prolongada tras la cirugía. Si no se implementan estrategias de rehabilitación adecuadas, las repercusiones pueden impactar gravemente en la funcionalidad de hombro, incluyendo un retraso en la recuperación y un mayor riesgo de lesiones recurrentes (Stokey et al., 2024).

La ausencia de fuerza en el deltoides conlleva a una pérdida de movilidad y estabilidad en el hombro, debido a que este músculo es crucial para el manejo de todos los movimientos en diferentes direcciones, sobre todo en la abducción. Cuando su fuerza se ve afectada, los pacientes sufren restricciones para realizar movimientos simples o incluso realizar actividades deportivas. Además, la debilidad del deltoides incrementa la probabilidad de sufrir lesiones en la articulación glenohumeral, ya que el músculo no puede ofrecer el apoyo requerido para preservar la estabilidad articular. Esta falta de fuerza, a largo plazo, también puede generar dolor crónico y una incapacidad prolongada para reincorporarse a las actividades diarias (Wang et al., 2024).

De acuerdo con Arribas et al. (2023), se estima que, en España, entre el 7% y el 26% de los pacientes que se sometieron a una reconstrucción ligamentaria del hombro experimentan debilidad muscular durante los primeros 6 meses tras la cirugía, lo cual impacta directamente en su fuerza y habilidad para reintegrarse a sus tareas cotidianas.

En Latinoamérica, se ha reportado que la fuerza muscular del deltoides puede verse afectada después de procedimientos quirúrgicos del hombro. Se estima que el volumen de este músculo puede disminuir aproximadamente un 14 % durante el primer mes posterior a la cirugía, debido a la inmovilización postoperatoria y a la reducción de la actividad muscular, lo que repercute en la disminución de la fuerza y en la recuperación óptima del hombro (Zúñiga et al., 2023).

En Ecuador, el 30 % de los pacientes sometidos a cirugía reconstructiva ligamentaria de hombro presentan debilidad muscular durante el proceso de recuperación, lo que afecta la fuerza del músculo deltoides y limita la funcionalidad para retomar sus actividades diarias (Cháves & Torres, 2022).

Ante este panorama, es fundamental el desarrollo de estrategias innovadoras para mejorar el reacondicionamiento de la fuerza del deltoides. En este sentido, el entrenamiento inmersivo 3D surgió como una alternativa más dinámica en la rehabilitación, facilitando y minimizando el tiempo de recuperación, siendo clave para optimizar la rehabilitación del deltoides en pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro.

1.2. Formulación del Problema

¿El entrenamiento inmersivo 3D mejorará el reacondicionamiento de la fuerza en el deltoides en pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro en el Hospital General Andino de Riobamba?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Determinar si el entrenamiento inmersivo 3D mejora en el reacondicionamiento de la fuerza en el deltoides en pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro en el Hospital General Andino de Riobamba en el periodo Agosto – Diciembre 2025.

Objetivos específicos

- Realizar una evaluación inicial a través de la Escala de Oxford para la identificación del grado de fuerza del deltoides.
- Adaptar un protocolo de tratamiento con entrenamiento inmersivo 3D para pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro.
- Aplicar el entrenamiento inmersivo 3D en los pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro.
- Reevaluar el grado de fuerza del deltoides a través de la Escala de Oxford.
- Comparar los resultados iniciales y finales de la fuerza del deltoides de los pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro.

1.4. Justificación de la Investigación

La pérdida de fuerza muscular tras una intervención quirúrgica constituye un problema significativo que afecta la funcionalidad del hombro, limitando la capacidad de los pacientes para realizar sus actividades diarias. De acuerdo a Flores et al. (2020), la mayoría de las cirugías de reconstrucción ligamentaria de hombro se realizan en adultos, siendo los hombres cinco veces más propensos en comparación con las mujeres. Además, entre el 40% y el 50% de los pacientes presentan pérdida de fuerza muscular como consecuencia de la cirugía, lo que evidencia la necesidad de estrategias de rehabilitación más eficaces que favorezcan una pronta recuperación.

Por otro lado, la literatura sugiere que la rehabilitación con tecnologías inmersivas es una alternativa efectiva, pues el entrenamiento inmersivo en 3D no solo acelera la recuperación muscular, sino que así mismo mejora la motivación de los pacientes en sus sesiones de terapia física. Chen & Chen (2023) demostraron que los pacientes sometidos a rehabilitación inmersiva lograron mejoras en la fuerza muscular de hombro bajo diferentes escenarios virtuales.

Dado este contexto, el proyecto de investigación será relevante porque se abordará una problemática frecuente en la terapia postoperatoria de hombro. Sus resultados beneficiarán a los pacientes, al favorecer la recuperación de la fuerza del músculo deltoides, al reducir los tiempos y costos asociados a tratamientos prolongados y convencionales, por lo que el uso de tecnología inmersiva optimizará las sesiones de fisioterapia.

El estudio será factible debido a que se cuenta con los recursos tecnológicos necesarios para la implementación de tecnologías inmersivas en 3D. Asimismo, existen plataformas especializadas dentro del entrenamiento virtual, lo que facilitará su aplicación dentro de un entorno clínico de rehabilitación bajo la supervisión de los

investigadores. En cuanto a su viabilidad, la propuesta demostrará ser técnica y aplicable, ya que no requerirá infraestructura compleja y podrá integrarse a los protocolos de rehabilitación sin generar interrupciones en la atención habitual. De igual manera, tendrá el potencial de ser replicable en otros centros de fisioterapia, contribuyendo al avance en tratamientos postquirúrgicos y ofreciendo una alternativa viable para mejorar la experiencia de los pacientes.

En relación con los aportes del estudio, a nivel teórico, la investigación ampliará el conocimiento sobre el impacto del entrenamiento inmersivo en 3D en la rehabilitación postquirúrgica de hombro, fortaleciendo la evidencia en rehabilitación digital; a nivel metodológico, permitirá estructurar un protocolo de entrenamiento inmersivo aplicable a pacientes postquirúrgicos; finalmente, a nivel práctico, proporcionará una alternativa terapéutica innovadora que favorecerá la recuperación de la fuerza muscular y mejorará la experiencia del paciente durante las sesiones.

1.5. Limitaciones

Aunque el entrenamiento inmersivo 3D puede ser útil en el reacondicionamiento de la fuerza del deltoides, esta investigación presentó limitaciones como el tamaño reducido de la muestra, lo que afecta la generalización de los resultados. Por otro lado, la adaptabilidad de los pacientes influyó en los resultados, ya que algunos se integraron rápidamente al entorno inmersivo 3D, mientras que otros requirieron más tiempo (Fernández et al., 2023).

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

De acuerdo a Longo et al. (2023), realizaron un estudio denominado “Immersive virtual reality for shoulder rehabilitation: evaluation of a physical therapy program executed with Oculus Quest 2”, cuyo objetivo general fue evaluar las expectativas y opiniones de un grupo de fisioterapeutas sobre el uso del Oculus Quest 2 (OQ2) como sistema de realidad virtual durante la terapia física en pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro en Estados Unidos, fue un estudio cualitativo, longitudinal y exploratorio aplicado a once fisioterapeutas. Los resultados del cuestionario de aceptabilidad mostraron que todos los fisioterapeutas consideraron el sistema de realidad virtual fue fácil de usar, controlar, confiable y seguro. En cuanto a la usabilidad, el 73% lo encontró entretenido, aunque solo el 45% opinó que los pacientes podrían usarlo sin apoyo del terapeuta. El 91% restante de los terapeutas piensa que sería mejor que los pacientes usaran la realidad virtual bajo la supervisión de un profesional y no independientemente en el hogar.

Este estudio aportó a la teoría al evidenciar que el empleo de la realidad virtual en la rehabilitación del hombro se percibe como seguro, sencillo de manejar, incrementando la adherencia a la terapia y la experiencia del paciente durante la sesión.

De acuerdo a Tokgöz et al. (2022), su estudio bajo nombre “Virtual Reality in the Rehabilitation of Patients with Injuries and Diseases of Upper Extremities”, tuvo como objetivo general presentar el estado actual de utilizar la realidad virtual para el apoyo en el proceso de rehabilitación de pacientes con afectaciones en las extremidades superiores, siendo un ensayo controlado aleatorizado, longitudinal aplicado en 57 participantes, resultando en una mejoría significativa en la recuperación de los

miembros superiores, mostrando una alta satisfacción y motivación para seguir con las sesiones de rehabilitación.

El aporte teórico se presentó como la evidencia de la utilización de la realidad virtual en la rehabilitación, mostrando una recuperación óptima y satisfactoria por parte de los pacientes, mismo que se buscó en el proyecto de investigación.

En el contexto del tema Chheang et al. (2023), realizaron una investigación con el tema “Immersive Virtual Reality and Robotics for Upper Extremity Rehabilitation” mediante su objetivo, desarrolló un marco terapéutico de VR y un sensor portátil en la manga para capturar y medir información de detección multimodal para la evaluación de rehabilitación, fue un estudio cualitativo, experimental, que trabajó con 16 personas, utilizaron un método de VR y un sensor portátil, donde la tarea se debía realizar en un campo visual un círculo y un diamante bajo el parámetro de las gafas, midiendo también la usabilidad, la carga de trabajo y sensación de utilizar el entorno, encontrándose cambios significativos en las tareas de realizar las figuras y se mantuvo una buena usabilidad del dispositivo.

El aporte teórico para el proyecto de investigación fue que los sistemas de realidad virtual muestran un potencial muy alto de eficacia, siendo esta una herramienta de gran apoyo que se utilizó en nuestro estudio.

Rivera et al. (2023) realizaron una investigación con el tema “Resident Perceptions of Virtual Reality Versus Dry Lab Simulation for Advanced Shoulder Arthroscopy Resident” como objetivo se plantearon examinar como los residentes percibían el entrenamiento con simulador de realidad virtual en relación con una segunda modalidad de entrenamiento, el laboratorio seco, con la finalidad de adquirir habilidades para realizar una artroscopia de hombro. Este fue un estudio cuantitativo, no experimental, realizado a 38 participantes de residencia en cirugía ortopédica de

hombro, indicando que el 62,5% de los residentes junior optan por el simulador de realidad virtual mientras que los seniors en un 57,1%, mostrando así que el 89,5% desean trabajar con realidad virtual para un proceso quirúrgico, debido a la alta posibilidad de obtener mejores aprendizajes y mayor efectividad.

Este estudio fue un aporte teórico del uso de la aplicación de VR en el campo terapéutico, siendo el principal instrumento en nuestra investigación.

Por otro lado, Álvarez et al. (2023), en su investigación titulada “Virtual embodiment for improving shoulder strength after surgery: an experimental study”, tuvieron como objetivo general investigar si una sola sesión de un programa de entrenamiento de realidad virtual basado en la encarnación impacta en la fuerza de los pacientes que se han sometido a cirugías de hombro. El estudio contó con un diseño cuasiexperimental y longitudinal, tomando en cuenta criterios de inclusión como pacientes de 40 a 50 años con al menos seis semanas de haber sido sometidos a una intervención quirúrgica en el hombro. En la evaluación inicial, los sujetos presentaron disminución de la fuerza muscular, considerada una condición frecuente en el periodo postquirúrgico. Los hallazgos indicaron un incremento en la fuerza muscular, sin embargo estas mejoras no se mantuvieron durante el seguimiento a mitad de semana, lo que sugiere que se requerirían sesiones repetidas para lograr efectos sostenidos sobre la fuerza del hombro.

El aporte fue poblacional por lo que en mencionada investigación se estudió el efecto de una sesión de formación en realidad virtual inmersiva en la fuerza del hombro de pacientes de 40 a 50 años, siendo esta misma población la que formó parte del proyecto de investigación.

Desde la perspectiva de Chen & Chen (2021) produjeron el artículo con el tema “Task-Oriented and Imitation-Oriented Movements in Virtual Reality Exercise

Performance and Design”, cuyo objetivo fue investigar la influencia de las características del juego, el tipo de práctica en el rendimiento cinemático y muscular en ejercicio de VR, siendo un estudio cuantitativo, cuasi-experimental, longitudinal aplicado a 13 personas, utilizando un método de práctica orientada a tareas y otra práctica orientada a la imitación con el Unity3D, el tipo de práctica tuvo un efecto significativo en cuanto al ángulo de flexión del hombro.

El aporte de esta investigación es que presentó una metodología la cual fue aplicada de la misma forma en nuestra investigación siendo cuantitativa, cuasiexperimental y longitudinal.

De acuerdo a Baldominos et al. (2015), desarrollaron una investigación titulada “An approach to physical rehabilitation using state-of-the-art virtual reality and motion tracking technologies”, donde se plantearon el objetivo de probar un sistema inmerso basado en un videojuego que podría acelerar la recuperación del paciente, fue un estudio cuasi-experimental, se empleó un juego de fútbol, Goalkeeper VR Challenge, donde el paciente simula ser el portero, permitiéndole realizar los movimientos de hombro. Posterior a la evaluación, los expertos muestran que mejora potencialmente el proceso de rehabilitación física acelerando la recuperación.

Esta investigación aportó un protocolo basado en su diseño metodológico, empleando el mismo videojuego utilizado en el proyecto de investigación.

Según Barclay et al. (2024), presenta el tema “Characterization of Upper Extremity Kinematics Using Virtual Reality Movement Tasks and Wearable IMU Technology”, esta investigación tuvo como objetivo usar la tecnología IMU para caracterizar cómo los ángulos articulares y fuerza del hombro se ven afectados por la dirección y localización de las tareas de movimiento presentadas en un videojuego de VR como es con el Beat Saber. La investigación se realizó con un enfoque cuantitativo

y experimental en 16 participantes, se empleó el sistema de realidad virtual HTC Vive Pro con el videojuego Beat Saber. La combinación de realidad virtual e IMU permitió caracterizar de manera precisa la movilidad del hombro, mostrando su utilidad para diseñar programas terapéuticos orientados a mejorar la amplitud articular y la fuerza muscular en esta región.

Esta investigación aportó un protocolo con el uso del videojuego Beat Saber, el cual fue tomado como referencia y aplicado de manera similar en el proyecto de investigación.

Una investigación ejecutada en Miami por Naqvi et al. (2023), titulada “Muscle Strength Grading”, cuyo objetivo general fue describir la función, técnica y limitaciones del sistema de clasificación de fuerza muscular, incluyendo la Escala de Oxford, así como sus aplicaciones en la evaluación de debilidad muscular en el contexto clínico, siendo un tipo de estudio descriptivo y explicativo. Los hallazgos evidenciaron que el método de clasificación de esta escala es muy aceptado, fácil de utilizar y eficaz para valorar la recuperación de la fuerza muscular en los pacientes que han sido sometidos a una reconstrucción ligamentaria del hombro.

El aporte del instrumento es que el estudio menciona el uso de la Escala de Oxford en pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro, lo que respaldó su aplicación como instrumento de evaluación en el proyecto de investigación.

Según Balbino Rivail (2022), en su estudio titulado “Valores de referência e a equação preditora da força muscular isométrica dos membros superiores em indivíduos saudáveis”, donde el objetivo era establecer valores objetivo y una ecuación predictiva de la fuerza muscular tras una intervención quirúrgica ligamentaria de hombro, empleando la Escala de Oxford para medir dicha fuerza. Se realizó un estudio cuasi-experimental, cuantitativo y longitudinal, llevado a cabo en 210 pacientes que fueron

sometidos a la reconstrucción de los ligamentos del hombro. Los resultados demostraron que la Escala de Oxford es una herramienta práctica, confiable y eficaz para evaluar la recuperación de la fuerza muscular en este tipo de intervención, facilitando el seguimiento clínico funcional en la fase postoperatoria.

Este estudio dio un aporte instrumental, dado que aplica la Escala de Oxford en pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro, herramienta que se utilizó también en el proyecto de investigación.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Reconstrucción ligamentaria de hombro

El procedimiento quirúrgico busca reparar los ligamentos lesionados, usualmente por inestabilidad crónica o lesiones traumáticas. Este método tiene como objetivo recuperar la estabilidad de las articulaciones, mejorar la función biomecánica y evitar el deterioro gradual de las estructuras del hombro, según la gravedad del daño, puede requerir la sutura de los ligamentos autólogos del paciente, el fortalecimiento con injertos propios del mismo paciente o aloinjertos de un donante (Salazar et al., 2022).

Normalmente, el pronóstico es positivo cuando se respetan correctamente las etapas de recuperación en terapia, respetando las limitaciones posoperatorias, en la mayoría de las situaciones se consigue restablecer la estabilidad del hombro y volver a las actividades normales, el periodo de recuperación va a variar de entre 4 y 6 meses, dependiendo del tipo de reconstrucción, edad y estado físico (Haydar et al., 2022).

La recuperación después de una reconstrucción de los ligamentos de hombro se segmenta en 4 etapas graduales, la primera etapa de protección tiene como objetivo controlar el dolor, durante la segunda etapa se empieza con la recuperación del ROM en conjunto de todos los músculos del hombro, en la tercera etapa se trabaja ejercicios de fuerza progresivos, priorizando la estabilidad dinámica con la reducción motora y por última etapa se retorna a las actividades funcionales o deportivas priorizando el control neuromuscular (de Cabo et al., 2022).

2.2.1.1. Ligamentos del hombro

Ligamento glenohumeral superior: Es una estructura fibrosa que se origina en el borde superior de la cavidad glenoidea y en el labrum glenoideo. Su función principal es limitar la traslación anterior e inferior de la cabeza humeral (Kaptan et al., 2022).

Ligamento glenohumeral medio: Se origina en la parte anterosuperior del borde glenoideo y se inserta en el cuello anatómico del húmero. Este ligamento es altamente variable en su morfología y desarrollo, pero juega un rol importante en la estabilidad anterior del hombro (Bächler et al., 2020).

Ligamento glenohumeral inferior: Es la estructura estabilizadora más importante del hombro. Se compone de dos bandas unidas por una porción axilar. Se origina en el margen inferior de la cavidad glenoidea insertándose en la porción inferior del cuello del húmero (Knapik et al., 2022).

Ligamento coracohumeral: Se origina en la base del proceso coracoides y se inserta en el tubérculo mayor del húmero. Su función principal es limitar el desplazamiento inferior y posterior de la cabeza humeral, colaborando así con la estabilidad pasiva de la articulación glenohumeral, especialmente en reposo (Dhanaraj et al., 2021).

Ligamento coracoclavicular porción trapezoide: Se origina en la parte superior de la apófisis coracoides y se inserta en la línea trapezoidea de la clavícula, limitando el desplazamiento medial de la escápula con respecto a la clavícula (Mohamed et al., 2025).

Ligamento coracoclavicular porción conoide: Se extiende desde la base de la apófisis coracoides hasta el tubérculo conoide de la clavícula. Su función es resistir el desplazamiento superior de la clavícula y mantener la estabilidad de la articulación acromioclavicular (Navarro et al., 2024).

Ligamento acromioclavicular: Une el acromion con la clavícula. Ayuda en la estabilidad horizontal de la articulación acromioclavicular, controlando el movimiento anteroposterior entre ambas estructuras (Berthold et al., 2022).

Ligamento transverso del húmero: Es una banda fibrosa que se extiende entre el troquí y troquíter del húmero. Su función es mantener el tendón de la cabeza larga del bíceps en su posición dentro del surco (Baird et al., 2025).

Ligamento capsular: El ligamento capsular contribuye a la estabilidad global de la articulación glenohumeral. Está compuesto por los ligamentos glenohumerales y otras estructuras fibrosas (Provencher et al., 2021).

Ligamento costoclavicular: El ligamento costoclavicular conecta la superficie inferior de la clavícula con la primera costilla y su cartílago costal. Es una estructura clave para limitar la elevación excesiva de la clavícula (Mamarelis et al., 2023).

2.2.1.2. Técnicas quirúrgicas

De acuerdo a Herrera Mora (2023), la reconstrucción ligamentaria del hombro puede realizarse mediante diferentes técnicas quirúrgicas, cuya elección depende del tipo de lesión, la extensión del daño y las necesidades funcionales del paciente.

Técnica abierta: Consiste en realizar una incisión amplia, ofreciendo la ventaja de un acceso completo al área lesionada y mayor control durante la reparación, aunque suele asociarse con mayor invasividad, mayor tiempo de recuperación y posibles secuelas cicatriciales (MacDermid et al., 2021).

Técnica artroscópica: Se basa en el uso de una cámara e instrumentos de mínima invasión introducidos a través de pequeñas incisiones. Esta técnica reduce el daño tisular, favorece una recuperación más rápida y disminuye las complicaciones posquirúrgicas (Hurley et al., 2020).

Uso de injertos: Si la integridad ligamentaria está gravemente comprometida, se emplean injertos autólogos o aloinjertos para sustituir el ligamento dañado y restaurar la estabilidad articular. Adicionalmente, se utilizan materiales de osteosíntesis como

anclajes, tornillos o suturas especiales que aseguran la fijación del injerto y favorecen la correcta integración del tejido reparado (Fares et al., 2023).

2.2.1.3. Complicaciones

Las posibles complicaciones comprenden rigidez en las articulaciones, reaparición de la inestabilidad, restricción del rango de movimiento, dolor, error en la fijación del injerto, daños nerviosos, infección o rechazo del injerto de procedimientos con aloinjertos (Ibán et al., 2021).

Asimismo, Marecek & Saltzman (2023) mencionan que es común que los pacientes experimenten atrofia y pérdida de fuerza muscular, debido al periodo de inmovilización postoperatoria y el desuso muscular prolongado. Esta debilidad muscular no solo compromete la capacidad para realizar actividades básicas de la vida diaria, sino que también prolonga el tiempo necesario para la rehabilitación completa.

2.2.2. Músculo deltoides

2.2.2.1. Anatomía

El músculo deltoides es una estructura superficial, triangular y volumétrica que recubre la articulación del hombro, siendo uno de los principales responsables de la movilidad y estabilidad de la cintura escapular. Está conformado por tres porciones anatómicas, es decir anterior, media y posterior, cada una con características y funciones específicas. Se menciona a la porción anterior, misma se origina en el borde lateral de la clavícula y participa principalmente en la flexión, aducción y rotación interna del hombro; la porción media, se origina en el acromion y es la principal responsable de la abducción del brazo; y la porción posterior, se origina en la espina de la escápula y contribuye a la extensión, abducción y rotación externa del hombro (Stokey et al., 2024).

Todas las fibras convergen hacia su inserción común en el tubérculo deltoideo de la diáfisis humeral, formando un tendón robusto que permite la transmisión eficiente de la fuerza muscular. El deltoides recibe inervación del nervio axilar y su irrigación está garantizada principalmente por la arteria circunfleja humeral posterior, lo que asegura su aporte sanguíneo durante la contracción muscular (Koptas et al., 2025).

2.2.2.2. Biomecánica

El músculo deltoides es el principal responsable del movimiento del hombro, siendo fundamental en la abducción del brazo y colaborando en movimientos de flexión, extensión y rotación. Biomecánicamente, es un músculo fuerte y potente debido a su estructura, ya que sus fibras están organizadas de manera que le permiten generar una mayor producción de fuerza. Está formado por tres porciones: anterior, media y posterior, cada una con una orientación diferente de sus fibras. Esta disposición determina acciones específicas en la articulación glenohumeral (Olewnik et al., 2024).

La contracción del deltoides ocurre cuando las fibras musculares se activan, produciendo el deslizamiento de los filamentos de actina y miosina en el interior del sarcómero, lo que genera tensión y movimiento. Dependiendo de la demanda funcional, el músculo puede trabajar de tres formas, mediante contracción isotónica concéntrica, cuando las fibras se acortan mientras generan fuerza; contracción isotónica excéntrica, cuando las fibras se alargan bajo tensión, controlando el descenso del brazo o desacelerando movimientos, lo que contribuye a la estabilidad articular; y contracción isométrica, cuando las fibras generan tensión sin modificar su longitud, favoreciendo la estabilización del hombro (Olewnik et al., 2024).

Desde el punto de vista mecánico, el deltoides actúa como una palanca. Su capacidad para mover el brazo depende del “brazo de momento”, que corresponde a la distancia entre la línea de acción del músculo y el eje de rotación de la articulación. En

la abducción, esta distancia aumenta progresivamente hasta aproximadamente los 90°, lo que mejora su eficiencia mecánica en ese rango de movimiento. Además, el deltoides también cumple una función estabilizadora, ya que su contracción contribuye a mantener la cabeza del húmero centrada en la cavidad glenoidea. Por ello, no solo actúa como músculo movilizador, sino también como estabilizador dinámico dentro del complejo articular del hombro (Goetti et al., 2020).

Después de una cirugía de reconstrucción ligamentaria, la fuerza del deltoides puede verse disminuida debido a la inmovilización, la pérdida de tono muscular y la inhibición neuromuscular. Esto altera la biomecánica normal del hombro, disminuyendo la eficiencia de la contracción muscular y limitando la capacidad funcional del brazo (Wang et al., 2024).

2.2.3. Entrenamiento inmersivo 3D

El entrenamiento inmersivo ofrece experiencias que simulan la realidad y se aplica en entretenimiento, educación e industrias. En la realidad virtual, los usuarios pueden olvidar su entorno real, mientras que la realidad aumentada permite interacciones con el mundo real al incorporar información digital, fusionando así la realidad física con elementos virtuales, creando una experiencia de realidad mixta en la actualidad (Perez et al., 2021).

2.2.3.1. Tipos de entrenamiento inmersivo 3D

La realidad virtual se clasifica en tres tipos según su nivel de inmersión. La realidad virtual con bajo nivel de inmersión se presenta en un entorno virtual en tercera dimensión, mediante un monitor de una computadora y la interacción de los usuarios es a través de dispositivos como el teclado, el mouse o un joystick, mientras que es semiinmersiva, si el entorno virtual 3D se despliega en una gran pantalla, y el usuario

puede visualizar el entorno a través de lentes 3D, también se caracteriza por proyección caracterizados por ser 4 pantallas en forma de cubo, las cuales rodean al observador, el usuario ocupa gafas y un dispositivo de seguimiento de movimientos de la cabeza. Este tipo de sistemas son usados principalmente para visualizaciones, donde se requiere que el paciente se mantenga en contacto con elementos de la vida real (Perez et al., 2021).

Por último tenemos realidad virtual altamente inmersiva, el usuario interactúa con el entorno virtual a través dispositivos especiales, que le permiten experimentar esa realidad virtual usando guantes, lentes o cascos, botas, y todo tipo de sensores que permiten que el usuario perciba estar inmerso en esa realidad virtual (Perez et al., 2021).

2.2.3.2. Tecnología y equipos utilizados

Un escenario virtual se refiere a la representación tridimensional en computadoras. Su origen está enlazado a la realidad virtual, que implica una inmersión completa a través de sistemas complejos, esto incluye proyecciones en 3D y circuitos electrónicos que permiten interactuar con los espacios según la posición del cuerpo (Bautista & Rojas, 2013).

El software que se utiliza para crear escenarios virtuales consiste en los programas que se compran, normalmente discos que se insertan en la computadora o tarjetas de circuitos que se conectan a la placa base, los componentes hardware de un sistema son normalmente obtenidos de diversos fabricantes, el hardware de la realidad virtual va desde periféricos relativamente baratos para una computadora personal o Macintosh hasta sistemas cuyo costo puede alcanzar miles de dólares, es importante saber cómo algunos de los componentes básicos de la realidad virtual se introducen en un sistema, un buen número de sistemas independientes se une con la base del hardware, software y electrónica, y otros proporcionan efectos auditivos, visuales y táctiles (Bautista & Rojas, 2013).

Los dispositivos de realidad virtual cuentan con características que los diferencian entre sí, no solo en su estructura, sino también en los requerimientos para su uso y en su precio de venta. Encontramos el Oculus Rift S, incluye dos mandos Oculus Touch y un sistema posicional de audio integrado, posee una pantalla LCD con una resolución de 1280 x 1440 y una tasa de refresco de 80 Hz, lo que necesita estar conectado a la computadora (Rodriguez Jimenez, 2020).

Oculus Quest, es completamente autónomo, dispone de una memoria de hasta 128 GB y dos mandos Oculus Touch, posee un sistema de audio integrado y una pantalla OLED de resolución 1440 x 1600 por cada ojo con una tasa de refresco de 72 Hz (Rodriguez Jimenez, 2020).

Oculus Go, es el set más sencillo de la marca, posee un controlador único y se usa con la app de teléfono móvil de Oculus, por lo que es completamente autónomo (Rodriguez Jimenez, 2020).

HTC Vive Pro es un kit superior al modelo básico, posee todos los accesorios de su antecesor, pero con una pantalla de 3.5 pulgadas y una resolución de 1440 x 1600 por cada ojo y una tasa de refresco de 90 Hz, cuenta con auriculares con soporte de alta resistencia a impedancia y micrófono integrado (Rodriguez Jimenez, 2020).

Sony PlayStation VR, el sistema está conformado por una consola PlayStation 4 estándar, una PlayStation Camera y por las gafas PlayStation VR. La pantalla OLED de 5.7 pulgadas, posee una resolución de 1920 x 1080 con una tasa de refresco entre 90 Hz y 120 Hz, contiene un micrófono integrado y un sistema de sonido 3D (Rodriguez Jimenez, 2020).

2.2.3.3. Ventajas y limitaciones

El entrenamiento inmersivo 3D cuando se aplica correctamente, ofrece numerosas ventajas y puede ser una experiencia sensorial extraordinaria. Con imágenes generadas por computadora, no hay límites, excepto los recursos financieros y la creatividad, para crear mundos, presentar productos o explorar espacios de maneras originales y atractivas. En el ámbito educativo, facilita y hace más cómodo el aprendizaje, permitiendo a los usuarios interactuar con entornos artificiales (Becerra et al., 2019).

Sin embargo, el mercado del entrenamiento inmersivo 3D está fragmentado, lo que trae consigo varias restricciones. Los precios pueden variar entre \$15 y \$1500 USD; además, el contenido creado para una plataforma generalmente no es compatible con otras, lo que a menudo exige la personalización, lo que puede resultar costoso. Con frecuencia, este tipo de entrenamiento resulta en una experiencia individual que transporta a los usuarios a otros lugares, apartándolos de su entorno actual. Esto contrasta con eventos cuyo objetivo principal es reunir a personas para que interactúen en grupo (Azurdy & Negrao, 2020).

2.2.3.4. Indicaciones y contraindicaciones

Hoy en la actualidad el entrenamiento inmersivo 3D está creciendo exponencialmente como tratamiento para diferentes patologías y hay cada vez más evidencia sobre los beneficios terapéuticos asociados al uso de VR, indicándonos para educación y entrenamiento seguro, terapias psicológicas, terapia física, tratamiento de dolor agudo y crónico (Fiero et al., 2023).

A su vez también nos presenta diferentes contraindicaciones que se debe tener en cuenta al momento de aplicar el entrenamiento inmersivo 3D, como son los

problemas neurológicos, visuales, enfermedades cardíacas no estables y mareos (Fiero et al., 2023).

2.2.3.5. Fundamentos teóricos en el reacondicionamiento de la fuerza en el deltoides

La rehabilitación de la fuerza en el músculo deltoides a través de la aplicación de realidad virtual se basa en principios fisiológicos tradicionales como la sobrecarga progresiva, la especificidad del entrenamiento y el control muscular, con el objetivo de recuperar su fuerza, rango de movimiento y la estabilidad articular después de lesiones o etapas de inactividad (Coronado et al., 2021).

El entrenamiento inmersivo 3D funciona como un recurso adicional que promueve la neuroplasticidad, al ofrecer feedback visual y sonoro en tiempo real, incentivando al usuario a través de ambientes interactivos que promueven la repetición regulada y la correcta realización de los movimientos, además de posibilitar una evaluación exacta de la fuerza ejercida y el rango de movimiento (Sokolowska, 2024).

Esta tecnología también promueve la adaptación gradual del desafío, mejorando la activación específica del deltoides en las diferentes etapas del reacondicionamiento, impulsando la reeducación motora, la propiocepción y la adherencia al tratamiento. Esto ha sido corroborado por múltiples investigaciones que evidencian su eficacia en procesos de rehabilitación muscular y funcional (Thurley, 2022).

2.2.4. Escala de Oxford

La Escala de Oxford fue creada por el Centro de Medicina Basada en la Evidencia de la Universidad de Oxford, donde clasifica la evidencia en grados de la fuerza muscular, lo que ayuda en la toma de decisiones clínicas fundamentadas (Meza et al., 2021).

2.2.4.1. Objetivo de la escala de Oxford

Se centra en evaluar de manera objetiva y estandarizada la fuerza muscular, es una herramienta comúnmente utilizada en fisioterapia para medir el nivel de contracción en varios grupos musculares, incluyendo los del suelo pélvico (Valderrama et al., 2021).

2.2.4.2. Aplicación de la escala

La evaluación según Meza et al. (2021), se lleva a cabo utilizando una escala que varía de 0 a 5, donde cada nivel indica un grado particular de fuerza muscular:

- 0: Ausencia de contracción muscular palpable o visible.
- 1: Contracción muscular palpable o visible, pero sin movimiento.
- 2: Movimiento completo posible, pero no contra la gravedad.
- 3: Movimiento completo contra la gravedad, pero no contra resistencia.
- 4: Movimiento completo contra la gravedad y resistencia ligera.
- 5: Movimiento completo contra la gravedad y resistencia máxima.

2.2.4.3. Procedimiento de evaluación

Para llevar a cabo la evaluación, el paciente debe adoptar una posición cómoda que permita una observación y palpación adecuada de los músculos. El profesional solicita al paciente que ejecute ciertos movimientos dentro de todo su rango de movilidad. Según la necesidad, se aplica resistencia para identificar con precisión el nivel de fuerza muscular (Meza et al., 2021).

La Escala de Oxford es una herramienta esencial en la evaluación de la fuerza muscular, proporcionando un enfoque estandarizado y objetivo que beneficia tanto a los profesionales de la salud como a los pacientes en el proceso de diagnóstico y rehabilitación (Meza et al., 2021).

2.3. Definición de Términos

Aloinjertos (Sust.): Trasplante de un tejido u órgano de un individuo a otro de la misma especie que no es genéticamente idéntico (Martínez et al., 2015).

Artroscopia (Sust.): Procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo que utiliza una cámara de fibra óptica para diagnosticar y tratar afecciones en el interior de una articulación (Bircher, 2024).

Entorno tridimensional (Sust.): Representación visual de un espacio en tres dimensiones: longitud, anchura y altura (Ramos & Jiménez, 2019).

Injertos autólogos (Sust.): Injertos obtenidos del propio paciente para ser trasplantados a otra zona de su cuerpo (Sánchez et al., 2020).

Joystick (Sust.): Dispositivo de control manual utilizado para interactuar con sistemas informáticos o dispositivos electrónicos (Pérez & Merino, 2022).

Macintosh (Sust.): Línea de computadoras personales desarrollada y comercializada por Apple (Padilla, 2024).

Oculus VR (Sust.): Marca especializada en el desarrollo y fabricación de dispositivos de realidad virtual (Barra, 2022).

Software (Sust.): Conjunto de programas, aplicaciones e instrucciones que permiten el funcionamiento de un dispositivo o sistema de realidad virtual (Raffino, 2024).

2.4. Sistemas de hipótesis

Hi: El entrenamiento inmersivo 3D mejora el reacondicionamiento de la fuerza en el deltoides en pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro en el Hospital General Andino de Riobamba.

Ho: El entrenamiento inmersivo 3D no mejora el reacondicionamiento de la fuerza en el deltoides en pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro en el Hospital General Andino de Riobamba.

2.5. Sistemas de Variables

2.5.1. Variable independiente:

Entrenamiento inmersivo 3D.

2.5.2. Variable dependiente:

Fuerza muscular del deltoides en pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro.

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Entrenamiento inmersivo 3D (Independiente)	Técnica de aprendizaje que utiliza tecnologías inmersivas, simulando entornos tridimensionales o realistas (Balanta et al., 2021).	Se emplearon dos juegos de Realidad Virtual (VR) aplicado a los pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro.	Goalkeeper VR Challenge Beat Saber	Goalkeeper VR Challenge y Beat Saber, cada uno con 15 minutos de aplicación y descanso de 30 segundos por series. Total de los juegos fueron 33 minutos, una sesión al día, dos veces a la semana por el lapso de cuatro semanas.	Nominal
Fuerza muscular (Dependiente)	Capacidad del músculo o grupo muscular de ejercer tensión contra una resistencia en un movimiento y en una velocidad determinados (Concha et al., 2022).	Este parámetro se midió a través de la Escala de Oxford, aplicado a los pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro.	Parálisis Débil Bueno Regular Normal	Grado 0 Grado 1 Grado 2 Grado 3 Grado 4 Grado 5	Ordinal

Nota: Tabla de operacionalización de variables del proyecto de investigación.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

Según Sampieri y Mendoza (2020), el modelo de investigación cuantitativo se caracteriza por la recolección de datos numéricos que pueden ser analizados mediante técnicas estadísticas. En este estudio, se empleó una investigación cuantitativa al utilizar la Escala de Oxford para obtener medidas numéricas sobre el grado de fuerza muscular de los pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro.

3.2. Diseño

De acuerdo a Sampieri & Mendoza (2020), una investigación cuasiexperimental es adecuada cuando se busca observar los efectos de una intervención en situaciones en las que no es posible realizar una asignación aleatoria de los participantes. Por ello, se utilizó una investigación cuasiexperimental al aplicar el entrenamiento inmersivo 3D en los pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro.

3.2.1. Alcance

El proyecto de investigación tuvo un alcance explicativo, ya que buscó determinar cómo el entrenamiento inmersivo 3D influye en el reacondicionamiento de la fuerza del músculo deltoides en pacientes de 40 a 50 años sometidos a reconstrucción ligamentaria de hombro en el Hospital General Andino de Riobamba. Mediante esta investigación se explicó la relación entre el entrenamiento inmersivo 3D y la mejoría de la fuerza muscular obtenida en los pacientes (Arias & Covinos, 2021).

3.2.2. Cohorte de la investigación

El cohorte del proyecto de investigación fue longitudinal con medición inicial y final de la intervención. Se evaluó la fuerza del deltoides antes y después del

entrenamiento inmersivo 3D utilizando la Escala de Oxford, permitiendo analizar la evolución de los pacientes (Manterola et al., 2023).

3.3. Población y Muestra

Población

La población de este estudio estuvo conformada por 21 pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro atendidos en el Hospital General Andino de Riobamba, quienes cumplieron con los criterios de inclusión establecidos.

Muestra

No existe muestra por ser la población reducida. Se trabajó con el total de la población conformada por los 21 pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro.

3.3.1. Criterios de Inclusión

- Pacientes que fueron sometidos a una reconstrucción ligamentaria de hombro superando las 6 semanas posteriores a la cirugía.
- Pacientes que se encontraron en grado 3 en la Escala de Oxford.
- Pacientes que se encontraron dentro del rango de edad de 40 a 50 años.
- Pacientes que otorgaron el consentimiento informado para la participación en el estudio.

3.3.2. Criterios de Exclusión

- Pacientes que presenten problemas neurológicos, debido a que el entrenamiento inmersivo 3D puede crear descoordinación neuromuscular.
- Pacientes con alteraciones visuales, por lo que podría causar cansancio, desorientación y malestar.

- Pacientes con enfermedades cardíacas no monitoreadas, debido a que se puede desencadenar complicaciones por la estimulación intensa del entrenamiento 3D.
- Pacientes con mareos, ya que puede aumentar el síntoma y provocar náuseas.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

El proyecto de investigación inició con la cátedra de Titulación I, tomando la decisión de modalidad de grado, cuyo tema fue aprobado por el Consejo Directivo Resolución Nro. DFCS-RCD-462-2025 en la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar (Anexo 1).

Posteriormente, se elaboró el oficio de unidad curricular, documento en el que se expresa el compromiso de conformar el grupo de trabajo y participar activamente en el proyecto. Seguidamente, se procedió a la cesión de derechos de autor. El protocolo de investigación fue sometido a validación, llevado a cabo por tres profesionales expertos en el área, quienes avalaron la coherencia metodológica y la pertinencia científica del estudio.

Después se realizó un acercamiento al Hospital General Andino de la ciudad de Riobamba, donde se autorizó la ejecución del proyecto de investigación (Anexo 2).

Posteriormente se reunió a los pacientes para darles a conocer el desarrollo del proyecto de investigación, mismos concedieron su autorización mediante el consentimiento informado (Anexo 3).


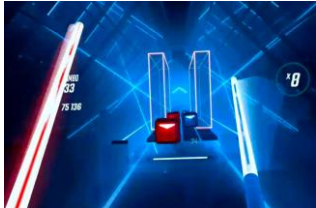
Una vez firmado consentimiento informado, se procedió con la evaluación del grado de fuerza muscular del deltoides de los pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro (Anexo 4).

Para la recolección de datos para el proyecto de investigación, se empleó la Escala de Oxford, misma cuenta con una alta fiabilidad, con un coeficiente de alfa de Cronbach de 0,92, lo que lo hace una herramienta ampliamente reconocida y validada para la evaluación de la fuerza muscular. La Escala de Oxford clasifica los grados de fuerza muscular desde grado 0 a grado 5, es decir desde parálisis hasta la fuerza contra gravedad con una resistencia máxima.

Igualmente, el proyecto se centró en el entrenamiento inmersivo 3D, empleando la realidad virtual (VR), específicamente enfocado para el reacondicionamiento de la fuerza en el deltoides de los pacientes. Durante las sesiones, se utilizaron dos juegos de realidad virtual como son el Goalkeeper VR Challenge (Anexo 5) y Beat Saber (Anexo 6). Estos juegos fueron seleccionados para trabajar de manera específica en el fortalecimiento del músculo mencionado anteriormente, con el objetivo de mejorar la fuerza del hombro de manera dinámica, proporcionando una herramienta innovadora en la recuperación postquirúrgica.

Se realizaron 8 sesiones distribuidas a lo largo de cuatro semanas, con una frecuencia de dos sesiones por semana, una vez al día, donde cada sesión tuvo una duración de 33 minutos aproximadamente. Durante estas sesiones, el paciente participó bajo supervisión de los investigadores. Cada sesión estuvo distribuida como se muestra a continuación:

Tabla 2 Protocolo del entrenamiento inmersivo 3D

Juegos	Material	Actividad	Duración	Semana	Gráfico
Goalkeeper VR Challenge	Cronómetro Visor de Meta Quest 2 VR	El paciente se ubica en bipedestación. El investigador le coloca el cintillo de las gafas de realidad virtual sobre la cabeza, ajustándolo, quedando el visor a nivel de sus ojos; con las manos libres, se le pide al paciente que las coloque al frente para que el sensor del dispositivo detecte sus movimientos. El juego se proyecta en la computadora para que el investigador pueda monitorear los movimientos que ejecute el paciente. Por otro lado, el juego también se visualiza en las gafas del participante, permitiéndole adentrarse en un entorno inmersivo. Para mayor seguridad, el investigador permanece cerca del participante. Dentro del entorno virtual del juego, el paciente se encuentra en un estadio de fútbol, posicionado como portero. A lo largo de la sesión, debe realizar movimientos de flexión, abducción, aducción y rotaciones del hombro para atrapar o desviar los balones dirigidos hacia él. El juego incrementa progresivamente la velocidad y dificultad de los disparos. Al finalizar, se muestra en pantalla una puntuación de resultado, lo que indica la conclusión de la tarea.	5 minutos 3 series Descanso de 30 segundos entre series.	2 veces por semana	 <i>Ilustración 1 Aplicación de Goalkeeper VR Challenge</i>
Beat Saber	Cronómetro Visor y mandos de Meta Quest 2 VR	El paciente se ubica en bipedestación. El investigador le coloca el cintillo de las gafas de realidad virtual sobre la cabeza, ajustándolo, quedando el visor a nivel de sus ojos y le pide que sujete los mandos, uno en cada mano. El juego se proyecta en la computadora para que el investigador pueda monitorear los movimientos que ejecute el paciente. De igual manera, el entorno virtual se visualiza a través de las gafas del participante, permitiéndole experimentar una inmersión completa. Para mayor seguridad, el investigador se coloca próximo al participante durante toda la actividad. Dentro del entorno virtual del juego Beat Saber, el paciente se encuentra en un escenario futurista con bloques de colores rojos y azules que se aproximan hacia él siguiendo el ritmo de la música. Cada bloque debe ser cortado con el sable correspondiente, utilizando movimientos de flexión, extensión, abducción y aducción del hombro. Conforme avance la sesión, el juego incrementa la velocidad y complejidad de los patrones de movimiento, lo que exige mayor coordinación y rapidez. Al finalizar, se muestra en pantalla una puntuación de resultado, indicando la conclusión de la tarea.	5 minutos 3 series Descanso de 30 segundos entre series.	2 veces por semana	Los juegos se realizan desde la 1ra semana hasta la 4ta semana  <i>Ilustración 2 Aplicación del Beat Saber</i>

Nota: Protocolo tomado de Baldominos et al. (2015) y Barclay et al. (2024).

Al finalizar la intervención, se realizó una evaluación final de la fuerza del deltoides de los pacientes que participaron en el entrenamiento inmersivo 3D, lo cual se utilizó la Escala de Oxford para obtener el grado de fuerza de la población (Anexo 4).

Por lo anteriormente mencionado, se obtuvo el certificado de cumplimiento y culminación del protocolo emitido por la Directora Médica del Hospital General Andino de Riobamba, centro donde se ejecutó el proyecto de investigación (Anexo 7).

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Para el análisis de los datos, se utilizó el software SPSS versión 25.0.0 para Windows. Se realizó un análisis descriptivo de los resultados obtenidos con la Escala de Oxford, lo que permitió conocer la distribución de la fuerza muscular del deltoides antes y después de la intervención con el entrenamiento inmersivo 3D, determinando si existen diferencias significativas en la fuerza muscular de los pacientes (Mayorga et al., 2021).

Por otro lado, para el análisis de los datos se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas, utilizada para la comprobación de hipótesis, lo que permitió evaluar si el entrenamiento inmersivo 3D tuvo un efecto significativo en el reacondicionamiento de la fuerza muscular del deltoides (González & Reyes, 2024).

González & Reyes (2024), mencionan que la prueba analiza las diferencias entre las mediciones pre y post intervención, ordenándolas en rangos y calculando un valor de significancia ($p < 0,05$). Un valor p inferior a este umbral indica un efecto significativo del entrenamiento en la mejora de la fuerza muscular en los pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro.

CAPÍTULO IV MARCO ADMINISTRATIVO

4.1. Recursos Humanos

El proyecto estuvo a cargo de los estudiantes Arpi Falconí Doménica Patricia y López Paredes Ángel Ricardo, quienes realizaron la planificación, desarrollo y análisis de estudio, mismo que fue respaldado por la Universidad Estatal de Bolívar, bajo la tutela de la Lcda. Cynthia Elizabeth Pilco Toscano Mgs., quien brindó su conocimiento tanto teórico, analítico y estadístico con el fin de garantizar un proceso válido científicamente del proyecto de investigación, conocimientos que sirvió para ser aplicados de forma fundamental en los pacientes de 40 a 50 años de edad atendidos en el área de Fisioterapia del Hospital Andino de Riobamba.

4.2. Recursos Materiales

El desarrollo del estudio requirió recursos materiales como el área de rehabilitación, un dispositivo de realidad virtual, esferos y cuadernos. En relación con los recursos informáticos, se utilizó un software destinado a facilitar la aplicación del protocolo de intervención como el programa SPSS, por otro lado, los recursos bibliográficos estuvieron constituidos por artículos científicos del área de la salud, especialmente enfocados en rehabilitación física, los cuales sirvieron como base teórica para sustentar y estructurar el proyecto de investigación.

4.3. Recursos Económicos

El recurso económico para la investigación realizado, fue financiado por los investigadores.

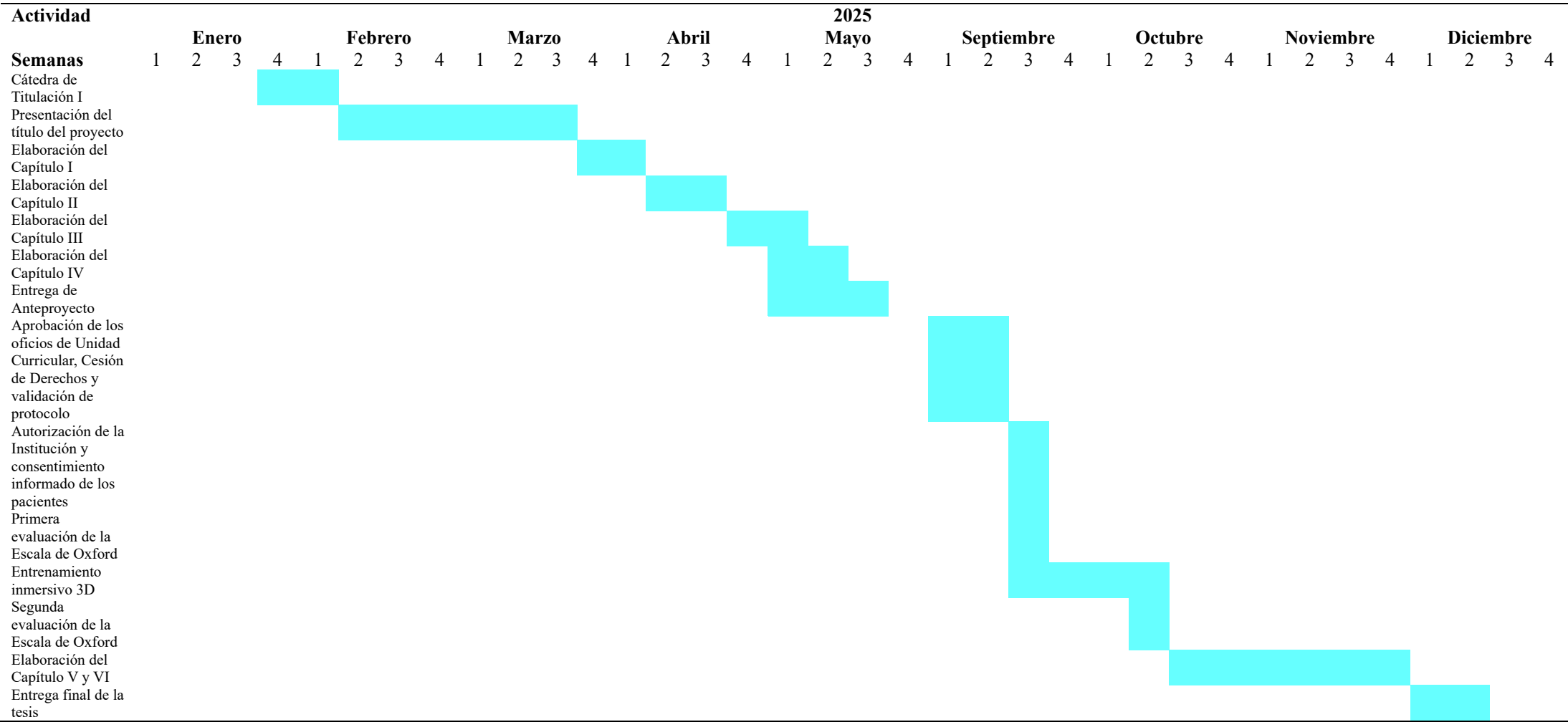
Tabla 3 Recursos económicos

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
Dispositivo de RV	\$230	1 dispositivo	\$230
Servicios de internet	\$15	4 meses	\$60
Traslados interprovinciales	\$12	13 semanas	\$156
Impresiones de consentimiento	\$0.10	42 hojas	\$4.20
Impresiones de ejemplares	\$0.10	222 hojas	\$22.20
Impresiones de valoración	\$0.10	21 hojas	\$2.10
Impresiones de asistencia	\$0.10	8 hojas	\$0,80
Impresiones de rúbricas	\$0.10	54 hojas	\$5,40
Anillado	\$1	3 folletos	\$3
Perfiles	\$0.50	3 perfiles	\$1,50
CD	\$1.50	3 fisico	\$4,50
Total			\$ 489.70

Nota: Recursos económicos cubierto por los investigadores.

4.4. Cronograma de Actividades

Tabla 4 Cronograma de actividades



Nota: Descripción del cronograma de ejecución del proyecto de investigación.

CAPÍTULO V RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS

5.1. Resultados según objetivo 1

Realizar una evaluación inicial a través de la Escala de Oxford para la identificación del grado de fuerza del deltoides.

Tabla 5 Evaluación inicial de la fuerza del deltoides con la Escala de Oxford

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Grado 3: Movimiento contra la gravedad, sin resistencia externa.	13	61,9
	Grado 4: Movimiento contra la gravedad y resistencia ligera.	8	38,1
	Total	21	100,0

Nota: Resultados obtenidos de la evaluación inicial de la fuerza del músculo deltoides en pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro.

En la evaluación inicial de la fuerza del músculo deltoides, realizada mediante la Escala de Oxford, se observó que 13 participantes, equivalente al 61,9%, se ubicaron en el grado 3, correspondiente a movimiento contra la gravedad sin resistencia externa. Por otro lado, el 38,1% de los participantes, correspondiente a 8 pacientes, alcanzaron el grado 4, que representa movimiento contra la gravedad con resistencia ligera.

5.2. Resultados según objetivo 2

De acuerdo al segundo objetivo, se logró adaptar un protocolo de tratamiento con entrenamiento inmersivo 3D orientado al reacondicionamiento de la fuerza del músculo deltoideos en pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro. El protocolo fue elaborado con base en evidencia científica, utilizando los juegos Goalkeeper VR Challenge y Beat Saber como parte de la intervención terapéutica (Tabla 2).

5.3. Resultados según objetivo 3

De acuerdo al tercer objetivo, el entrenamiento inmersivo 3D fue aplicado conforme al protocolo establecido, evidenciándose una adecuada participación y adherencia de los pacientes durante las sesiones terapéuticas. La intervención favoreció el fortalecimiento muscular del deltoideos y demostró ser viable como estrategia fisioterapéutica dentro del proceso de rehabilitación (Anexo 5 y 6).

5.4. Resultados según objetivo 4

Reevaluar el grado de fuerza del deltoides a través de la Escala de Oxford.

Tabla 6 Evaluación final con la Escala de Oxford en el deltoides tras la intervención

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Grado 4: Movimiento contra la gravedad y resistencia ligera.	9	42,9
	Grado 5: Fuerza normal, contra la gravedad y máxima resistencia	12	57,1
	Total	21	100,0

Nota: Resultados obtenidos en la evaluación final de la fuerza del músculo deltoides en pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro.

En la segunda valoración de la fuerza del músculo deltoides con la Escala de Oxford, realizada tras la intervención del entrenamiento inmersivo 3D, se evidenció que de los 21 participantes en total, 12 pacientes, equivalentes al 57,1%, alcanzaron el grado 5. Por otro lado, 9 pacientes, representando al 42,9%, se ubicaron en el grado 4. Este resultado indica que más de la mitad de los sujetos evaluados presentan un nivel óptimo de fuerza muscular.

5.5. Resultados según objetivo 5

Comparar los resultados iniciales y finales de la fuerza de los pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro.

Tabla 7 Comparación de los resultados del pre-test y del post-test

Tabla cruzada Primera Valoración*Segunda Valoración

		Segunda Valoración		Total
		Grado 4: Movimiento contra la gravedad y resistencia ligera.	Grado 5: Fuerza normal, contra la gravedad y máxima resistencia	
Primera Valoración	Grado 3: Movimiento contra la gravedad, sin resistencia externa.	9	4	13
	Grado 4: Movimiento contra la gravedad y resistencia ligera.	0	8	8
Total		9	12	21

Nota: Comparación de los resultados del pre-test y post-test de la fuerza del músculo deltoides mediante la Escala de Oxford.

Al comparar los resultados de la Tabla 7, se evidenció una mejora significativa en la fuerza muscular de los participantes tras la intervención. En la primera valoración, 13 pacientes se encontraban en el grado 3 de la Escala de Oxford; sin embargo, en la segunda evaluación se observó que 9 de ellos progresaron al grado 4 y los 4 restantes alcanzaron el grado 5. Mientras que, los 8 pacientes que inicialmente se ubicaban en el grado 4 avanzaron al grado 5 en la reevaluación. Estos resultados reflejan que el entrenamiento inmersivo en 3D produjo mejoras notables en la reeducación muscular del deltoides, demostrando su eficacia como estrategia terapéutica innovadora.

5.6. Comprobación de la Hipótesis

En el proyecto de investigación se empleó la prueba de Wilcoxon.

Tabla 8 Prueba de Wilcoxon

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Primera Valoración y Segunda Valoración es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechazar la hipótesis nula.
<i>Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.</i>				

Nota: Resultados de la prueba de Wilcoxon para la comparación del pre-test y post-test de la fuerza del músculo deltoides.

Se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas no paramétricas con el objetivo de comparar las mediciones de la primera valoración y la segunda valoración. El análisis arrojó un valor de significación de 0,001, que es inferior al umbral de 0,05. Este resultado permite rechazar la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación, confirmando que el entrenamiento inmersivo 3D mejoró el reacondicionamiento de la fuerza en el deltoides en pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro en el Hospital General Andino de Riobamba

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

En la evaluación inicial se identificó que la mayoría de los pacientes presentaban fuerza reducida en el músculo deltoides, ubicándose principalmente en el grado 3 de la Escala de Oxford, lo que indicó una capacidad limitada para vencer la gravedad.

Se adaptó un protocolo de tratamiento con entrenamiento inmersivo 3D para pacientes con reconstrucción ligamentaria de hombro, fundamentado en evidencia científica actual y enfocado en el reacondicionamiento de la fuerza muscular del deltoides.

La intervención, basada en los juegos Goalkeeper VR Challenge y Beat Saber, ayudaron con la dinámica terapéutica para realizar los movimientos de flexión, abducción, aducción y rotaciones del hombro, cumpliendo con las sesiones programadas y garantizando la participación activa de los pacientes.

En la segunda valoración se evidenció un incremento en los niveles de fuerza del deltoides de acuerdo a la Escala de Oxford, mismos son correspondientes a movimientos contra gravedad con resistencia ligera y máxima.

La comparación entre la primera y segunda valoración demuestra una progresión favorable en la evaluación final de la fuerza muscular de los pacientes respecto al pretest, por lo que estos resultados reflejan la eficacia de la intervención inmersiva 3D en el fortalecimiento del músculo deltoides.

6.2. Discusión

En nuestra investigación, los resultados del pretest evidenciaron que la mayoría de los pacientes se encontraban en niveles bajos de fuerza muscular del deltoides, lo cual concuerda con lo descrito por Álvarez et al. (2023) y Chen & Chen (2021), quienes señalan que en pacientes de 40 a 50 años con reconstrucción ligamentaria de hombro es frecuente la disminución de la fuerza durante las fases iniciales de rehabilitación, aceptándose lo mencionado por los autores. Esta condición fue evaluada mediante la Escala de Oxford, instrumento validado para la valoración de la fuerza muscular según Naqvi et al. (2023) y Balbino Rivail (2022), permitiendo identificar que en la evaluación inicial el 61,9% de los pacientes se ubicó en grado 3 y el 38,1% se encontró en el grado 4, reafirmando su utilidad y eficacia para la evaluación clínica.

Tras la aplicación del entrenamiento inmersivo 3D, se evidenció un incremento progresivo de la fuerza muscular, observándose que el 42,9% de los pacientes alcanzó grado 4 y el 57,1% logró grado 5 en la Escala de Oxford. Por lo tanto, se corrobora lo mencionado por Longo et al. (2023), Tokgöz et al. (2022), Chheang et al. (2023) y Rivera et al. (2023) acerca de la utilidad de un entorno inmersivo, ya que nuestra investigación refuerza que las terapias inmersivas favorecen la recuperación, la activación neuromuscular y la adherencia al tratamiento, demostrando la eficacia del entrenamiento inmersivo 3D aplicado.

Estos cambios se atribuyen, además, al uso de juegos terapéuticos dentro del entorno virtual, los cuales, según Baldominos et al. (2015) y Barclay et al. (2024), facilitan la ejecución repetitiva de movimientos funcionales y aumentan la motivación del paciente. En nuestro estudio, la incorporación de dichos juegos se reflejó en una mejora sostenida del reacondicionamiento de la fuerza del músculo deltoides, confirmando su impacto positivo en el proceso de rehabilitación postquirúrgica.

6.3. Recomendaciones

Se sugiere emplear la Escala de Oxford siguiendo un procedimiento ordenado y consistente para garantizar un registro preciso y confiable del grado de fuerza de los pacientes.

Se recomienda aplicar el protocolo de entrenamiento inmersivo 3D adaptado en esta investigación, debido a su planificación y sustento científico, para favorecer el reacondicionamiento de la fuerza del deltoides durante la rehabilitación.

Se propone explicar previamente la dinámica de los juegos inmersivos antes de cada sesión terapéutica, con el fin de facilitar la correcta ejecución de los movimientos y mejorar la participación de los pacientes.

Se aconseja realizar reevaluaciones periódicas con la Escala de Oxford para monitorear la fuerza muscular para ajustar el tratamiento a las capacidades individuales de los pacientes.

Se recomienda realizar futuros estudios con una población más amplia de pacientes y en diferentes grupos etarios, con el fin de validar la generalización de los resultados y avanzar en la estandarización del protocolo de rehabilitación a nivel nacional e internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M., Donegan, T., Amestoy, B., Just, A., Combalía, A., & Sanchez, M. V. (2023). Virtual embodiment for improving range of motion in patients with movement-related shoulder pain: an experimental study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 18*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S13018-023-04158-W/FIGURES/6>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). Research design and methodology. Approaches *Consulting EIRL, 1*(1), 66-78. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Arribas, H., Pérez, Y., & Rodríguez, I. (2023). Demographic and clinical characteristics of patients undergoing shoulder rotator cuff arthroscopy: An observational study: e202309080. *Spanish Journal of Public Health, 97*, 11. <https://ojs.sanidad.gob.es/index.php/resp/article/view/160>
- Azurdy, J., & Negro, F. (2020). Realidade Virtual e Aumentada: Vantagens e Desvantagens. *encora*. <https://insights.encora.com/es/blog/realidad-virtual-y-aumentada-ventajas-y-desventajas>
- Baird, H. B., Allen, W., Gallegos, M., Ashy, C., Slone, H. S., & Pullen, W. M. (2025). Artificial Intelligence-Driven Analysis Identifies Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Hip Arthroscopy and Femoroacetabular Impingement Syndrome, and Shoulder Instability as the Most Commonly Published Topics in Arthroscopy. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation, 7*(3). <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2025.101108>
- Bächler, J., Bergman, S., Lancigu, R., Hubert, L., Ropars, M., & Rony, L. (2020). Arthroscopic anatomy of the middle glenohumeral ligament. A series of 300

- cases. *Morphologie: bulletin de l'Association des anatomistes*, 104(346), 187–195. <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2020.03.002>
- Balanta, G., Cabezas, J., Gómez, M., & Aguja, F. (2021). Google Cardboard 3D-VR: A Virtual Reality Device for Immersive Learning in Police Training. *Perspectives*, 6(21), 211-226.
- Balbino Rivail, V. (2022). *Valores de referência e a equação preditora da força muscular isométrica dos membros superiores em indivíduos saudáveis* [Universidade Federal da Bahia]. Repositorio UFB. https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/36453/1/Tese_Balbino_Nepomuceno_ver_são_para_repositório.pdf
- Baldominos, A., Saez, Y., & García, C. (2015). An Approach to Physical Rehabilitation Using State-of-the-art Virtual Reality and Motion Tracking Technologies. *Procedia Computer Science*, 64 (1), 10–16. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2015.08.457>
- Barclay, S., Klausning, L., Hill, T., Kinney, A., Reissman, T., & Reissman, M. (2024). Characterization of Upper Extremity Kinematics Using Virtual Reality Movement Tasks and Wearable IMU Technology. *Sensors*, 24(1), 233. <https://doi.org/10.3390/s24010233>
- Barra, H. (2022). *Oculus VR*. https://www.ecured.cu/Oculus_VR
- Bautista, B., & Rojas, O. (2013). *Realidad virtual*. [Trabajo para la obtención del título Licenciados en Fisioterapia]. Repositorio UTN, 1-12. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1085/3/04%20ISC%20041-CAPITULO%20II.pdf>
- Becerra, J., Peñaloza, M., Rodríguez, J., Chacón, G., Martínez, J., Saquipay, V., Castañeda, D., Pesantez, X., Salazar, J., Añez, R., & Bermúdez, V. (2019).

Virtual Reality as a Tool for Research. *Venezuelan Archives of Pharmacology and Therapeutics*, 38(2), 98–107.

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=31&sid=869e1b40-ae18-46a1-80b6-b17e630295f9%40sessionmgr4006>

Berthold, D. P., Muench, L. N., Dyna, F., Mazzocca, A. D., Garvin, P., Voss, A., Scheiderer, B., Siebenlist, S., Imhoff, A., & Beitzel, K. (2022). Current concepts in acromioclavicular joint (AC) instability—a proposed treatment algorithm for acute and chronic AC-joint surgery. *BMC musculoskeletal disorders*, 23(1), 1078.

Bircher, E. (2024). *Arthroscopic*. Mayo clinic. <https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/arthroscopy/about/pac-20392974>

Cháves, C., & Torres, B. (2022). Tendencia de manejo de patologías de hombro en Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Ortopedia y Traumatología*, 11(1), 23–28. <https://www.revistacientificaseot.com/index.php/revseot/article/view/180>

Chen, K., & Chen, K. B. (2023). Task-Oriented and Imitation-Oriented Movements in Virtual Reality Exercise Performance and Design. *Human factors*, 65(1), 125–136. <https://doi.org/10.1177/00187208211010100>

Chheang, V., Lokesh, R., Chaudhari, A. W., Baron Lauren, K. B., & Cashaback, J. B. (2023). Immersive Virtual Reality and Robotics for Upper Extremity Rehabilitation. *Cornell University*, 2, 1-9. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.11110>

Concha, Y., Petermann, F., Castro, J., Parra, S., Albala, C., Wyngard, V., Vásquez, J., Cigarroa, I., & Celis, C. (2022). Handgrip Strength: A Simple but Powerful Predictor of Health in Adult and Older Populations. *Chilean Medical Journal*, 150(8), 1075-1086. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872022000801075>

- Coronado, K., Estan, A., Natera, B., Lara, R., & Salas, K. (2021). The Added Value of Virtual Reality in Muscular Rehabilitation Treatments. *Lasallista Journal of Research, 10*, 1-19. D:/BIBLIOTECAS/DESCARGAS/Dialnet-TheAddedValueofVirtualRealityinMuscularRehabilitationTreatments-8843582.pdf
- de Cabo, G., Rubio, J., González, D., de Aragón, A., & Leyes, M. (2022). Anterior shoulder ligamentoplasty as a treatment for multidirectional shoulder instability. *Arthroscopy Techniques, 11*(12), e2219-e2224.
- Dhanaraj, D., Parisien, R., McHale, K., Cable, B., Cusano, A., Sennett, B., & Kelly, J. (2021). The comma sign: The coracohumeral ligament and superior glenohumeral ligament exhibit similar quantitative characteristics with terminal confluence at the subscapularis insertion. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation, 3*(3), e645-e649.
- Fares, M., Boufadel, P., Daher, M., Koa, J., Khanna, A., & Abboud, J. (2023). Anterior Shoulder Instability and Open Procedures: History, Indications, and Clinical Outcomes. *Clinics in orthopedic surgery, 15*(4), 521–533.
<https://doi.org/10.4055/cios23018>
- Fernández, D., Chuquineyra, B. C., Olortegui, J., Meza, B. C., & Rondán, Á. (2023). Barriers and limitations to publishing undergraduate theses and factors associated with the intention to publish them among a group of recently graduated physicians from Peruvian universities. *Journal of the Faculty of Medicine, 71*(3), 26-39.
- Fiero, M., Sales, A., & Undurraga, M. (2023). Contraindicações e efeitos adversos no uso da realidade virtual imersiva como ferramenta de reabilitação cinésica

descritos na literatura científica. *Biblioteca UDD*.

<https://hdl.handle.net/11447/8602>

Flores, D. V., Goes, P. K., Gómez, C. M., Umpire, D. F., & Pathria, M. N. (2020).

Imaging of the Acromioclavicular Joint: Anatomy, Function, Pathologic Features, and Treatment. *Radiographics: a review publication of the Radiological Society of North America, Inc*, 40(5), 1355–1382.

<https://doi.org/10.1148/rg.2020200039>

Goetti, P., Denard, P., Collin, P., Ibrahim., M., Hoffmeyer, P., & Lädermann, A. (2020).

Shoulder biomechanics in normal and selected pathological conditions. *Effort Open Reviews*, 5 (24). DOI: 10.1302/2058-5241.5.200006

González Zapata, C. (2025). *Reconstrução primária da articulação acromioclavicular com enxerto tendíneo autólogo do palmar longo ipsilateral utilizando a técnica de Mazzocca modificada* [Universidade Autônoma de San Luis Potosí].

Repositório UASLP.

<https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/9190/Tesis.E.F.M.2025.Reconstrucción.González.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

González, N., & Reyes, A. (2024). Hypothesis testing in R: Student's t-test and Wilcoxon test. *Opuntia Brava*, 16(3), 407–416.

<https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1952>

Hanke, L., Vradelis, L., Boedecker, C., Griesinger, J., Demare, T., Lindemann, N.,

Huettl, F., Chheang, V., Saalfeld, P., Wachter, N., Wollstädter, J., Spranz, M.,

Lang, H., Hansen, C., & Huber, T. (2024). Immersive virtual reality for

interdisciplinary trauma management - initial evaluation of a training tool

prototype. *BMC medical education*, 24(1), 769. [https://doi.org/10.1186/s12909-](https://doi.org/10.1186/s12909-024-05764-w)

[024-05764-w](https://doi.org/10.1186/s12909-024-05764-w)

- Haydar, A., Vergara, E., & Camacho, F. (2022). Modified Boytchev technique for recurrent shoulder dislocation. *Cuban Journal of Orthopedics and Traumatology*, 36(4).
- Herrera Mora, M. (2023). *Técnicas analgésicas regionais para cirurgia do ombro*. [Tese de pós-graduação para obtenção do título de especialista em anestesiologia e recuperação]. Repositório Kérwá.
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstreams/bb4a456a-4ce8-4d6d-88ea-d268792a1322/download>
- Hurley, E. T., Manjunath, A. K., Bloom, D. A., Pauzenberger, L., Mullett, H., Alaia, M. J., & Strauss, E. J. (2020). Arthroscopic Bankart Repair Versus Conservative Management for First-Time Traumatic Anterior Shoulder Instability. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery*, 36(9), 2526–2532.
<https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.04.046>
- Ibán, M., Díaz, R., de Rus, I., González, A., Gismero, C., & Cortés, R. (2021). La ricostruzione legamentosa anatomica con allotrapianto nelle lussazioni acromioclavicolari croniche ripristina la stabilità articolare e consente il recupero della funzione. Risultati a breve termine in 14 casi. *Rivista Spagnola di Artroscopia e Chirurgia Articolare*, 28, 165-172.
- Kaptan, A. Y., Özer, M., Alim, E., Perçin, A., Ayanoğlu, T., Öztürk, B. Y., & Kanatli, U. (2022). The middle glenohumeral ligament: a classification based on arthroscopic evaluation. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 31(3), e85–e91.
<https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.07.026>
- Knapik, D. M., Patel, H. H., Smith, M. V., Brophy, R. H., Matava, M. J., & Forsythe, B. (2022). Posterior Humeral Avulsion of the Glenohumeral Ligament. *JBJS reviews*, 10(8), e22.00072. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.22.00072>

- Koptas, K., Maślanka, K., Zielinska, N., Klejman, E., & Olewnik, Ł. (2025). Deltoid muscle: a proposed classification system on human fetuses. *Folia Morphologica*, 84(3), 670–678. <https://doi.org/10.5603/fm.99966>
- Longo, U. G., Carnevale, A., Andreoli, F., Mannocchi, I., Bravi, M., Sassi, M. S. H., Santacaterina, F., Carli, M., Schena, E., & Papalia, R. (2023). Immersive virtual reality for shoulder rehabilitation: evaluation of a physical therapy program executed with oculus quest 2. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S12891-023-06861-5/FIGURES/6>
- MacDermid, J. C., Bryant, D., Holtby, R., Razmjou, H., Faber, K., Balyk, R., Boorman, R., Sheps, D., McCormack, R., Athwal, G., Hollinshead, R., Lo, I., Bicknell, R., Mohtadi, N., Bouliane, M., Glasgow, D., Lebel, M. E., Lalani, A., Moola, F. O., Drosdowech, D. (2021). Arthroscopic Versus Mini-open Rotator Cuff Repair. *The American Journal of Sports Medicine*, 49(12), 3184–3195. <https://doi.org/10.1177/03635465211038233>
- Marecek, G. S., & Saltzman, M. D. (2023). Complications in shoulder surgery. *Orthopedics*, 33(7). <https://doi.org/10.3928/01477447-20100526-15>
- Mamarelis, G., Goldring, M. A., Srikantharajah, D., & Tytherleigh-Strong, G. (2023). Superior sternoclavicular dislocation treated with costoclavicular ligament reconstruction using autograft: a case report. *JBJS Case Connector*, 13(3), e23.
- Manterola, C., Hernández, M., Otzen, T., Espinosa, M., & Grande, L. (2023). Cross-sectional studies: A research design to consider in morphological sciences. *International Journal of Morphology*, 41(1), 146-155.
- Martinez, F., Chacon, M., Madinaveitia, J., Barrera, A., Aguirre, L., & Murillo, Q. (2015). Clinical use of cryopreserved human skin allografts for transplantation purposes. *Elsevier*. doi: 10.1016/j.circir.2015.06.004

- Mayorga, R., Monroy, A., Hernández, J., Roldan, A., & Reyes, S. (2021). Programa SPSS. *Educação e Saúde: Boletim Científico do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Autônoma do Estado de Hidalgo*, 10(19), 282-284.
<https://doi.org/10.29057/icsa.v10i19.7761>
- Meza, D., Chaler, J., & Marco, E. (2021). Evaluation of muscle strength in rehabilitation: from subjective assessment scales to instrumental examinations. *Rehabilitación*, 55(1), 2-4. <https://doi.org/10.1016/j.rh.2020.06.007>
- Mohamed, M. M., & Essawy, O. M. (2025). Reconstruction of Conoid, Trapezoid and Acromioclavicular Ligaments in Acute Traumatic Disruption of Acromioclavicular Joint Using Semitendinosus Graft. *The Egyptian Orthopaedic Journal*, 60(1), 9-14.
- Moreira, M., Vilhena, E., CaVRalho, V., & Duque, D. (2024). A Virtual Reality Game-Based Approach for Shoulder Rehabilitation. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(10), 86. <https://doi.org/10.3390/mti8100086>
- Navarro, R., Kody, M., Chapek, M., & Combs, K. (2024). Acromioclavicular joint dislocation: a novel surgical technique for acromioclavicular joint reduction with coracoclavicular ligament reconstruction and anatomic conoid ligament reconstruction. *JSES Reviews, Reports & Techniques*, 4(2), 213-221.
- Naqvi, U., & Sherman, A. L. (2023). Muscle Strength Grading. *National Library of Medicine*, 3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436008/>
- Olewnik, Ł., Zielinska, N., Koptas, K., Maślanka, K., Ruzik, K., Georgiev, G. P., & Tubbs, R. S. (2024). Accessory part of the deltoid muscle. *Folia morphologica*, 83(1), 226–230. <https://doi.org/10.5603/FM.a2023.0018>

- Padilla, J. (2024). *40 Years of Macintosh: A Look at the Past and the Future*. OpenWebinars. <https://openwebinars.net/blog/40-anos-de-macintosh-una-mirada-al-pasado-y-al-futuro/>
- Perez, J., & Merino, M. (2022). *Definición de Joystick*. <https://definicion.de/joystick/>
- Perez, S., Muñoz, A., Stefanono, M., & Carbonari, D. (2021). Virtual reality, immersive learning and augmented reality. *CeReCoN*. <https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/120930/Ponencia.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Provencher, M. T., Midtgaard, K. S., Owens, B. D., & Tokish, J. M. (2021). Diagnosis and Management of Traumatic Anterior Shoulder Instability. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 29(2), e51–e61. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-20-00202>
- Raffino, E. (2024). *Software*. <https://concepto.de/software/>
- Ramos, D., & Jiménez, J. (2019). Entorno de Aprendizaje 3D no Inmersivo como apoyo al componente informático. *Avances Investigación En Ingeniería*, 17(1 (Enero-Junio)), 1–13. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.5491>
- Rivera, J., Johnson, A., Burns, T., & Roach, C. (2023). Resident Perceptions of Virtual Reality Versus Dry Lab Simulation for Advanced Shoulder Arthroscopy Resident Training. *SAGE Journals*, 31(1). <https://doi.org/10.1177/155335062312114>
- Rodriguez Jimenez, J. (2020). Dispositivo de hardware livre para interação em ambientes 3D. *Universidade de las Ciencias Informáticas*, 1-24. https://repositorio.uci.cu/bitstream/123456789/10338/1/TD_09625_20.pdf
- Ruiz, M., Ruiz, R., De Rus, I., Paniagua, A., Asenjo, C., Ezquerro, R., & Díaz, J. (2021). La ricostruzione legamentosa anatomica con allotrapianto nelle

lussazioni acromioclavicolari croniche ripristina la stabilità articolare e consente il recupero della funzione. Risultati a breve termine in 14 casi. *Rivista Spagnola di Artroscopia e Chirurgia Articolare*, 28(3).

<https://doi.org/10.24129/J.REACA.28373.FS2102004>

Salazar, J., Villacis, D., Barriga, F., & Yauripoma, O. (2022). Update on surgical techniques for irreparable rotator cuff tears. *Reciamuc*.

<https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/916>

Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Research methodology: quantitative, qualitative and mixed approaches*.

<https://www.academia.edu/download/64591365/Metodolog%C3%ADvestigaci%C3%B3n.%20Rutas%20cuantitativa,%20cualitativa%20y%20mixta.pdf>

Sanchez, M., Vincent, V., & Navarrete, F. (2020). Injerto autologo. *Fondoscience*(9).

<https://fondoscience.com/mon-act-semcpt/num9-2017/fs1705006-injerto-autologo>

Sokołowska, B. (2024). Being in Virtual Reality and Its Influence on Brain Health—An Overview of Benefits, Limitations and Prospects. *Brain Sciences*, 14(1), 72.

<https://doi.org/10.3390/brainsci14010072>

Stokey, P. J., Kaur, S., Lee, A., Behrens, K., & Ebraheim, N. (2024). Anatomy and Deficiency of the Deltoid Muscle. *Orthopedic reviews*, 16, 115352.

<https://doi.org/10.52965/001c.115352>

Thurley, K. (2022). Naturalistic neuroscience and virtual reality. *Frontiers* 16(1), 2.

<https://doi.org/10.3389/fnsys.2022.896251>

Tokgöz, P., Stampa, S., Wähnert, D., Vordemvenne, T., & Dockweiler, C. (2022).

Virtual Reality in the Rehabilitation of Patients with Injuries and Diseases of

Upper Extremities. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 10(6), 1124.

<https://doi.org/10.3390/healthcare10061124>

Valderrama, D., Chaler, J., & Marco, E. (2021). Evaluation of muscle strength in rehabilitation: from subjective assessment scales to instrumental examinations. *Rehabilitation*, 55(1), 2-4. <https://doi.org/10.1016/j.rh.2020.06.007>

Wang, H., Chen, L., Xu, G., & Liu, H. (2024). Biomechanical effects of deltoid muscle atrophy on rotator cuff tissue: a finite element study. *Scientific reports*, 14(1), 17592. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67368-0>

Zúñiga, S., Aguado, G., Ávila, O., & Echeverría, A.. (2023). Use of Reverse Shoulder Arthroplasty with Structural Allograft in a Patient with Anteroinferior Glenoid Defect: Case Report and Literature Review. *RELART*. 30(01). <https://revistarelart.com/index.php/revista/article/view/282>

ANEXOS

Anexo 1

Aprobación del tema con el Consejo Directivo Resolución Nro. DFCS-RCD-462-2025.

UEB	UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR	CONSEJO DIRECTIVO	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
------------	--------------------------------------	----------------------	--

Guaranda, 11 de septiembre del 2025
FCSSH- CD- 462-2025

SEÑOR@S
LIC. CYNTHIA PILCO COORDINADORA CARRERA TERAPIA FÍSICA
LIC. JESSENIA CARRASCO COORDINADOR UNIDAD DE TITULACIÓN
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
Presente

De mi consideración:

Luego de expresar un atento y cordial saludo, para disposición, control y cumplimiento, me permito remitir la Resolución de Consejo Directivo DFCS-RCD- 462-2025 tratada en la sesión ordinaria (09), del 10 de septiembre del 2025.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Carlos Ramírez Chimbo Mgtr.
DECANO



Cc.
Archivo

CR/TH

Dirección: Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira
Guaranda Ecuador
Teléfono: (593) 5220 6059
www.ueb.edu.ec

TABLA 1 : MUESTRA LOS TEMAS, GRUPOS Y SUGERENCIA DE TUTORES.

ESTUDIANTES	MODALIDAD DE TITULACIÓN	ÁREA DE INVESTIGACIÓN	TEMA	SUGERENCIA DE TUTOR
-DOMENICA PATRICIA ARPI FALCONI -ANGEL RICARDO LOPEZ PAREDES	Proyecto de Investigación	Salud y Bienestar Específico Salud	Entrenamiento Inmersivo 3D Para el Reacondicionamiento de la Fuerza en el Deltoides en Pacientes de 40 a 50 Años con Reconstrucción Ligamentaria de Hombro en el Hospital General Andino de Riobamba. Agosto - Diciembre 2025.	Lic. Cynthia Pilco Mgs.
-DAYSÍ EDITH LAGOS GARCIA -ROSA ELVIRA MAZON FLORES	Proyecto de Investigación	Salud y Bienestar Específico Salud	Ejercicio Aeróbico vs Ejercicio de Fuerza en el Síndrome de Burnout en los Trabajadores de 29 a 48 Años de la Fundación Familia Salesiana Salinas. Agosto - Diciembre 2025.	Dra. Sandy Fierro Phd
-JAIME BRYAN CHAVEZ BRICEÑO -KERLLY ARACELLY COLCHA CUASCOTA	Proyecto de Investigación	Salud y Bienestar Específico Salud	Terapia Láser de Baja Intensidad Versus Ondas de Choque Extracorpóreas sobre el Nivel de Dolor y Sensibilidad del Talón en Pacientes de 30 a 60 años con Fascitis Plantar en el Hospital Básico 11 BCB "Galápagos". Agosto - Diciembre 2025.	Lcda. Jesenia Carrasco Mgs.
-GENESIS NOEMI TUMAILLA PIEDRAHITA -DARLA JOHANNA ZUÑIGA TARIS	Proyecto de Investigación	Salud y Bienestar Específico Salud	Comparación del Efecto de la Estimulación Nerviosa Eléctrica Transcutánea Versus la Corriente Interferencial Sobre el Dolor en Pacientes con Artrosis de Rodilla de 35 a 65 años en el Hospital Básico 11 BCB "Galápagos". Agosto-Diciembre 2025.	Lcda. Patricia Villota Mgs.
-ERIKA JAZMINA SANDOVAL YANZAPANTA -JONATHAN SEBASTIAN SANDOVAL YANZAPANTA	Proyecto de Investigación	Salud y Bienestar Específico Salud	Efecto de la Gimnasia Laboral Compensatoria en el Estrés Ocupacional del Personal Administrativo de la Cooperativa Mushuc Runa Matriz. Agosto - Diciembre 2025.	Lic. Cynthia Pilco Mgs
-EMILY FERNANDA LOPEZ GAVILANEZ -ZARATE DEL POZO FRANCESKA ANAHI	Proyecto de Investigación	Salud y Bienestar Específico Salud	Snoezelen en Adultos Mayores de 65 a 85 Años con Deterioro Cognitivo del Centro de Integración para Grupos Prioritarios de San Luis de Pambil José Calero Peña. Agosto - Diciembre 2025.	Lic. Cynthia Pilco Mgs
-BRITNEY DOMENICA CASTRO GUZMAN -PAMELA MISHELLE MORETA PILAMALA	Proyecto de Investigación	Salud y Bienestar Específico Salud	Imaginería Motora Graduada en Pacientes de 28 a 50 Años con Dolor de Hombro en el Hospital Básico 11 BCB "Galápagos". Agosto - Diciembre 2025.	Lic. Jesenia Carrasco Mgs.
-JOSUE JAVIER NARVAEZ RUIZ -LUIS DAVID GUILCACUNDO PULLUPAGSI	Proyecto de Investigación	Salud y Bienestar Específico Salud Salud y Bienestar Específico Salud	Programa de Entrenamiento Basado en Exergaming para Equilibrio Dinámico y Estático en Pacientes con Inestabilidad Funcional Tobillo en el Centro de Especialidades Médicas San Francisco de Sales en el Periodo Agosto Diciembre 2025	Dra. Sandy Fierro Mgs.

Nota: Documento emitido por el Consejo Directivo para la aprobación del tema de investigación.

Anexo 2

Autorización de ejecución del proyecto de investigación.



HOSPITAL ANDINO
HOSPITAL GENERAL

Lunes, 15 de septiembre del 2025

LCDA. CYNTHIA PILCO TOSCANO MGTR.
COORDINADORA DE LA CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

ASUNTO: APROBACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE TITULACIÓN

De mi consideración:

A nombre del Hospital General Andino de Riobamba, expreso a Ud. un atento y cordial saludo, deseándole éxitos en las funciones que tan acertadamente desempeña.

Tengo el agrado de informarle tras ser evaluado el proyecto de investigación de los estudiantes Srta. Doménica Patricia Arpi Falconi, con cédula 0706323532 y Sr. Ángel Ricardo López Paredes, con cédula 0202445128, pertenecientes a noveno ciclo de la carrera de Terapia Física de la Universidad Estatal de Bolívar, procedo a la aceptación de su solicitud para desarrollar el tema: "Entrenamiento Inmersivo 3D Para el Reacondicionamiento de la Fuerza en el Deltoides en Pacientes de 40 a 50 Años con Reconstrucción Ligamentaria de Hombro en el Hospital General Andino Riobamba. Agosto - Diciembre 2025".

Por la atención que se dé al presente, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,



Dra. Grace Cejeda
HOSPITAL ANDINO
C.I. 0605526573
DIRECCIÓN MÉDICA
DIRECTORA MÉDICA



HOSPITAL ANDINO
HOSPITAL GENERAL
Lcdo. Fernando Sarmiento MSc
Fisioterapeuta
C.I. : 0604103531

Lcdo. Fernando Sarmiento MSc.
C.I. 0604103531
ENCARGADO DE FISIOTERAPIA

+593 032600153 

+593 032603391 

hospitalandino.com 

info@hospitalandino.com 

Pastaza y Manabí 

Riobamba Ecuador 



HOSPITAL ANDINO
HOSPITAL GENERAL

www.hospitalandino.com

Nota: Documento otorgado por el Hospital Andino General de Riobamba que autoriza la ejecución del proyecto de investigación.

Anexo 3

Consentimiento informado de los participantes.



CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

FACULTAD DE
CIENCIAS DE
LA SALUD Y
DEL SER HUMANO

PARTE II: FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo Mynan Inca, declaro que he leído este consentimiento informado y he comprendido en qué consiste mi participación en la investigación: "Entrenamiento Inmersivo 3D para el Reacondicionamiento de la Fuerza en el Deltoides en Pacientes de 40 a 50 años con Reconstrucción Ligamentaria de Hombro en el Hospital General Andino de Riobamba, Agosto – Diciembre 2025".

He comprendido que se me realizará una evaluación inicial y final de la fuerza del músculo deltoides mediante la Escala de Oxford, y que participaré en un programa de entrenamiento inmersivo 3D a través de juegos de realidad virtual, con una duración aproximada de cuatro semanas. Sé que la participación es voluntaria, que la información será confidencial, que no existen riesgos significativos para mi salud, que no recibiré incentivos ni recompensas económicas por participar, que puedo retirarme en cualquier momento sin consecuencias, y que los resultados se presentarán de manera grupal y académica, sin identificar a los participantes individualmente.

Confirmando que he hecho preguntas y me han sido respondidas. Además, en caso de tener dudas me puedo comunicar con los estudiantes Doménica Patricia Arpi Falconí, al celular 0992626889, o con Ángel Ricardo López Paredes, al celular 0981850451.

Por lo tanto, acepto que mi participación en esta investigación.

Nombre del Participante	Firma	Fecha
Mynan Inca		15/09/2025

Investigadores responsables	Firma	Fecha
Doménica Patricia Arpi Falconí		15/09/2025
Ángel Ricardo López Paredes		15/09/2025

Dirección: Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira
Guaranda-Ecuador
Teléfono: (593) 3220 6059
www.ueb.edu.ec

Nota: Documento mediante el cual los participantes aceptaron formar parte de la investigación.

Anexo 4

Evaluación del grado de fuerza muscular inicial y final.



CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

FACULTAD DE
CIENCIAS DE
LA SALUD Y
DEL SER HUMANO

Entrenamiento Inmersivo 3D Para el Reacondicionamiento de la Fuerza en el Deltoides
en Pacientes de 40 a 50 años con Reconstrucción Ligamentaria de Hombro en el
Hospital General Andino de Riobamba, Agosto – Diciembre 2025

Código del paciente:	Edad:	Cirugía:	Tiempo post-cirugía:
001	45	Lig. glenohumeral inferior	8 semanas

Escala de Oxford para músculo deltoides

PRIMERA EVALUACIÓN – FECHA 15/09/2025

0: No hay contracción visible ni palpable.	
1: Contracción muscular mínima, visible o palpable, pero sin movimiento articular.	
2: Movimiento articular completo solo en posición eliminando la gravedad (ej. en decúbito lateral).	
3: Movimiento articular completo contra la gravedad, sin resistencia adicional.	
4: Movimiento articular completo contra la gravedad, con resistencia moderada aplicada por el evaluador.	X
5: Fuerza muscular normal, movimiento completo contra la gravedad, con resistencia máxima comparable al lado sano.	

SEGUNDA EVALUACIÓN – FECHA 08/10/2025

0: No hay contracción visible ni palpable.	
1: Contracción muscular mínima, visible o palpable, pero sin movimiento articular.	
2: Movimiento articular completo solo en posición eliminando la gravedad (ej. en decúbito lateral).	
3: Movimiento articular completo contra la gravedad, sin resistencia adicional.	
4: Movimiento articular completo contra la gravedad, con resistencia moderada aplicada por el evaluador.	
5: Fuerza muscular normal, movimiento completo contra la gravedad, con resistencia máxima comparable al lado sano.	X

Dirección: Av. Ernesto Che Guevara y Gabriel Secaira
Guaranda-Ecuador
Teléfono: (593) 3220 6059
www.ueb.edu.ec

*Registro de la evaluación inicial y final del grado de fuerza muscular mediante la
Escala de Oxford.*

Anexo 5

Entrenamiento inmersivo 3D con Goalkeeper VR Challenge.



Nota: Aplicación del juego Goalkeeper Challenge, videojuego en el que el paciente simula ser un arquero en un estadio y debe tapar el arco.

Anexo 6

Entrenamiento inmersivo 3D con Beat Saber.



Nota: Aplicación del videojuego Beat Saber, en el que el paciente debe golpear bloques al ritmo de la música utilizando controladores en realidad virtual.

Anexo 7

Certificado de cumplimiento y culminación de aplicación del proyecto de Titulación.



Miércoles, 25 de marzo del 2026

LCDA. CYNTHIA PILCO TOSCANO MG.
COORDINADORA DE LA CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

ASUNTO: CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO Y CULMINACIÓN DE APLICACIÓN DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

De mi consideración:

A nombre del Hospital General Andino de Riobamba, expreso a usted un atento y cordial saludo, deseándole éxitos en las funciones que tan acertadamente desempeña.

Mediante la presente, CERTIFICO que: ARPI FALCONÍ DOMÉNICA PATRICIA, con C.I.: 0706323532, y LÓPEZ PAREDES ÁNGEL RICARDO, con C.I.: 0202445128, han dado cumplimiento con su proyecto de investigación titulado "Entrenamiento Inmersivo 3D Para el Reacondicionamiento de la Fuerza en el Deltoides en Pacientes de 40 a 50 Años con Reconstrucción Ligamentaria de Hombro en el Hospital General Andino de Riobamba. Agosto – Diciembre 2025", aplicándose el respectivo protocolo de intervención desde el 15 de septiembre al 08 de octubre del 2025 en el área de fisioterapia de nuestra institución.

Cabe resaltar que los estudiantes cumplieron con honradez, responsabilidad, seriedad y puntualidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,

DRA. GRACE COLCHA
DIRECTORA MÉDICA
HOSPITAL GENERAL ANDINO - RIOBAMBA

+593 032600153

+593 032603391

hospitalandino.com

info@hospitalandino.com

Pastaza y Manabí

Riobamba Ecuador



www.hospitalandino.com

Nota: Evidencia institucional que avala la finalización satisfactoria del proyecto de titulación.