

MARIANA CORDOBA
ALVAREZ

EFICACIA DE UN PROGRAMA DE PLIOMETRÍA PARA
MEJORAR LA POTENCIA DEL SALTO "SAUT DE CHAT"

2024



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Enfermería

Licenciatura en Fisioterapia

Eficacia de un programa de pliometría para mejorar la potencia
del salto "*Saut de Chat*"

Que como parte de los requisitos para obtener el Título de
Licenciada(o) en Fisioterapia

Presenta

Mariana Cordoba Alvarez

Dirigido por:

MPT. Lizbeth Rodríguez Márquez

Co-Director(es):

M. en C. Elías Iván Rodríguez Méndez

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Santiago de Querétaro a de 22 de agosto del 2024
Patrimonio de la Humanidad.

H. Comité de Titulación
De la Facultad de Enfermería
Universidad Autónoma de Querétaro

Por este conducto, nos permitimos aprobar el Tesis "Eficacia de un programa de pliometría para mejorar la potencia del salto "Saut de Chat" de la estudiante Mariana Córdoba Álvarez con número de expediente 289052, que reúnen los requisitos de una Tesis como modalidad de titulación.

Sin más por el momento, se extiende el presente dictamen para los fines que el comité considere pertinente.

Atentamente

"Educo en la Verdad y en el Honor"

MPT. Lizbeth Rodríguez Márquez Directora	Mtro. Elias Iván Rodríguez Méndez Secretario	M.I.A. Fernando Soni Urquiza Vocal
M.E.D. Cynthia Vargas de la Rosa Suplente		LFT. Andrea Emireth Ramirez Arteaga Suplente

Resumen

Introducción: La práctica del ballet clásico requiere diversas capacidades físicas, características de cualquier deporte. El entrenamiento de la danza suele enfocarse únicamente en el trabajo técnico de la danza, volviéndolo deficiente para los requerimientos fisiológicos. Por ello, se busca desarrollar un programa de entrenamiento complementario (pliometría) que ayude a potenciar la capacidad física general y la potencia en el gesto deportivo “salto *saut de chat*”. **Objetivo:** Determinar la eficacia del programa de pliometría para mejorar la potencia muscular durante el "salto *saut de chat*". **Hipótesis:** La aplicación de un programa de pliometría es eficaz para aumentar la potencia muscular (desplazamiento y capacidad del salto) durante el salto. **Material y Método:** Se desarrolló un protocolo de tipo cuasiexperimento de antes y después, en el cual se sometió al grupo experimental a dos mediciones, una previo y otra posterior a la intervención (programa de 7 semanas, 2 veces por semana, 45 minutos), desde el supuesto de un cambio en la segunda medición de cada bailarín. Para la evaluación se hizo uso de diferentes pruebas deportivas de salto: Salto Único para Distancia (SHT), Salto Cruzado para Distancia (CHT), Salto Horizontal (SH), Salto Vertical (SV) y la distancia entre los puntos de despegue y aterrizaje durante el salto a evaluar. **Resultados:** De las 5 evaluaciones aplicadas, las que tuvieron mayor relevancia y aumento fueron el Salto Único para Distancia derecho (SHTd) y el Salto Cruzado para Distancia (CHT), sin embargo, todas las variables presentaron un aumento; demostrando la eficacia del programa para aumentar la potencia al saltar. **Conclusión:** Debido a la deficiencia en el entrenamiento del ballet clásico, es importante el desarrollo de estrategias funcionales para mejorar su rendimiento deportivo. La pliometría es una buena estrategia para trabajar la potencia y eficacia de los saltos, ya que ayuda tanto al desarrollo muscular como a las capacidades de control del salto.

Palabras clave: ballet, pliometría, potencia, entrenamiento complementario

Summary

Introduction: Classical ballet requires various physical abilities, just like any sport. Usually, dancers training often focuses solely on the technical work of dance, making it deficient for the physiological requirements. Because of that, we seek to develop a complementary training program (plyometrics) that helps enhance general physical capacity and power in the gesture “jump *saut de chat*”. **Objective:** Determinate the effectiveness of a plyometrics program in improving muscle power during the “jump *saut de chat*”. **Hypothesis:** The application of a plyometrics program is effective to increase muscle power (forward movement and jump capacity) during the jump. **Materials and Methods:** A before and after quasi-experimental type of protocol was developed, in which the experimental group was subjected to two measurements, one before and one after the intervention (7-week program, 2 times a week, 45 minutes), assuming a change in the second measurement of each dancer. For the evaluation, different jumping sport tests were used: Single Leg Hop Test (SHT), Cross Hop Test (CHT), Horizontal Jump (SH), Vertical Jump/Squat Jump (SV) and the distance between the take-off and landing points during the jump to be evaluated. **Results:** Of the 5 evaluations applied, those that had the greatest relevance and increase were the Single Leg Hop Test (SHT), Cross Hop Test (CHT), however, all variables showed an increase; demonstrating the effectiveness of the program to increase power while jumping. **Conclusion:** Due to the deficiency in classical ballet training, it is important to develop functional strategies to improve the dancer’s performance. Plyometrics is a good strategy to work on the power and efficiency of jumping, as it helps both muscle development and jump control abilities.

Key words: ballet, plyometrics, power, supplementary training

Dedicatorias

A la vida y a todas las personas con un sueño...

Agradecimientos

A mamá y papá, Angie y Jaime;

por su apoyo incondicional y las incontables oportunidades que me dieron para llegar a ser quien soy.

A Natalia y Coco;

aunque no los sepan todos los días me motivan a ser mi mejor versión.

A mis docentes, directora y colaboradores;

por creer en mí y en el proyecto, sin ustedes no se habría logrado.

A Mayra;

parte de este trabajo es tuyo, así como un pedacito de mi corazón.

A mis amistades;

por los momentos juntos, la compañía y el apoyo; son fuente de inspiración.

A la Universidad Autónoma de Querétaro y su Facultad de Enfermería.

Índice

Resumen	ii
Summary	iii
Dedicatorias	iv
Agradecimientos	v
Índice	vi
Abreviaturas y siglas	ix
Introducción	1
II. Antecedentes	3
Danza Clásica	3
El ballet como ejercicio y deporte	3
Movimientos principales en el ballet	5
Cualidades de los saltos	6
Salto Saut de Chat	7
Mecanismos de Lesión frecuentes en la Danza	9
Pliometría y Entrenamientos Complementarios	13
Pliometría: definición, beneficios y función	14
Estrategias de dosificación en la pliometría	16
La polimetría y entrenamientos complementarios en la danza	17
III. Fundamentación teórica	18
Anatomía y Fisiología de Miembro inferior	18
Generalidades óseas	18
Cadenas musculares	19
Componentes articulares	26
Biomecánica de Miembro Inferior y su relación con la danza	31
Congruencia articular	33
Riesgos articulares y de lesiones en el ballet	35
IV. Hipótesis	37
De Trabajo	37
Nula	37
V. Objetivos	38
V.1 Objetivo general	38

V.2 Objetivos específicos	38
VI. Material y métodos	39
VI.1 Tipo de investigación	39
VI.2 Población o unidad de análisis	39
VI.3 Muestreo y tipo de muestra	39
VI.3.1 Criterios de selección	39
VI.3.2 Variables estudiadas	40
VI.4 Técnicas e instrumentos	42
VI.5 Procedimientos	45
Aplicación de programa	45
Recursos	47
VI.5.1 Análisis estadístico	48
VI.5.2 Consideraciones éticas	49
VII. Resultados	51
VIII. Discusión	55
IX. Conclusiones	57
IX. Propuestas	58
X. Bibliografía	59
XI. Anexos	65
XI.1 Hoja de recolección de datos	65
XI.2 Carta de consentimiento informado	66
XI.3 Cuestionario de Pre-Registro	67

Índice de Tablas

Tabla 1. Intensidad de la dosificación de pliometría.	16
Tabla 2. Músculos de la cadera según su acción.	21
Tabla 3. Músculos de la rodilla según su acción.	23
Tabla 4. Músculos del tobillo según su función.	24
Tabla 5. Músculos del pie según su función.	25
Tabla 6. Desglose de variables.	40
Tabla 7. Planeación del programa fisioterapéutico de pliometría.	45
Tabla 8. Análisis univariado.	48
Tabla 9. Registro de Variables sociodemográficas y biológicas.	51

Índice de Figuras

Figura 1. Posiciones básicas del miembro inferior en el ballet.	5
Figura 2. Posiciones básicas del miembro superior en el ballet.	6
Figura 3. Saltos en el ballet.	6
Figura 4. Salto Saut de chat.	9
Figura 5. Grand jetteé.	13
Figura 6. Esqueleto humano.	18
Figura 7. Músculos de la cadera.	20
Figura 8. Músculos de la rodilla.	22
Figura 9. Músculos del tobillo.	24
Figura 10. Articulación de la cadera.	26
Figura 11. Ligamentos coxofemorales.	27
Figura 12. Articulación femorotibial.	28
Figura 13. Articulación del tobillo.	30
Figura 14. Tipos de pie.	31
Figura 15. Ejes y planos corporales.	32
Figura 16. Posición en déhors.	34
Figura 17. Batería de Evaluación Pruebas de Salto.	43
Figura 18. Pruebas explosivas de saltos.	44
Figura 19. Valoración inicial y re-valoración de la longitud Despegue-Aterrizaje (DA) en el salto Saut de Chat.	47
Figura 20. Gráficas de bigotes de cada variable.	52
Figura 21. Grafica de componentes principales.	53

Abreviaturas y siglas

CHT: Corssed Hop Test o Salto Cruzado para Distancia

DA: Distancia Despegue Aterrizaje

RE-VAL: Revaloración

SH: Salto Horizontal

SHT: Single Leg Hop Test o Salto Horizontal Único para Distancia

SV: Squat Jump o Salto Vertical

VAL: Valoración

Introducción

La práctica del ballet clásico es una disciplina que requiere diferentes capacidades físicas. Las y los bailarines son sometidos a técnicas en las que se trabajan movimientos repetitivos, estrés muscular, resistencia cardiovascular, entre otras habilidades (Blanco et al., 2021). Faulkner y colaboradores exponen que, la mayoría de los programas de entrenamiento para bailarines se basan en la tradición y se componen solo del entrenamiento técnico (barra y trabajo en el centro), centrándose en el objetivo solo en obtener la estética y precisión necesaria para la ejecución de los pasos; por ello, se tiende a tener una preparación deficiente en cuanto a las capacidades para cubrir los requerimientos fisiológicos (Faulkner, 2021).

Se ha buscado indagar sobre el nivel de conciencia entre las y los mismos bailarines respecto a las deficiencias en su entrenamiento. En 2022, se aplicó una encuesta a un grupo de bailarines amateur sobre el conocimiento de los entrenamientos complementarios en la danza, sus beneficios y si ellos los utilizan. En dicho estudio se concluyó que el 73% de los encuestados conocían los beneficios de complementar su entrenamiento; pero, únicamente el 50.4% practicaba algún tipo de entrenamiento adicional (Lim et al., 2022).

Por otra parte, Vidal y da Cuña realizaron una revisión sistemática donde concluyeron que del 100% de las lesiones, las cuales suceden principalmente en los tejidos blandos del tobillo (ligamentos colaterales), 72% son causadas por sobreuso y el otro 28% son consecuencia de algún accidente traumático (Vidal & da Cuña, 2016). Lo anterior puede explicarse por la falta de entrenamiento funcional, específicamente de tipo propioceptivo y de fortalecimiento adecuados al gesto deportivo. El entrenamiento propioceptivo en el ballet tiene un carácter preventivo y rehabilitador, ya que busca facilitar una correcta integración de los sistemas a fin de mejorar el control durante la danza (Reina, 2003; Stošić et al., 2020). En otro estudio realizado por Ambegaonkar y colaboradores (2018), se reportó que 20 bailarinas de 43 evaluadas, presentaban algún tipo de lesión en el miembro inferior, atribuido a su práctica deportiva. Este estudio aplicó pruebas de potencia de saltos verticales y horizontales, con la finalidad de evaluar si los valores obtenidos podrían ser utilizados como predictores de lesiones; se concluyó que únicamente los resultados bajos del Salto Único para Distancia (Single Leg Hop Test: SHT) eran predictores de lesiones (Ambegaonkar et al., 2018). Considerando las implicaciones y riesgos de un entrenamiento deficiente, es importante desarrollar estrategias que puedan ser de apoyo para disminuir las lesiones ocurridas dentro de la práctica del ballet.

Una intervención eficiente en la preparación deportiva es la adecuación del entrenamiento complementario, que son todas aquellas rutinas que no se enfocan directamente con la práctica o ejecución de los gestos deportivos necesarios durante la danza, más bien son ejercicios específicos encaminados a potenciar las capacidades fisiológicas y mecánicas y, por ende, aumentan el rendimiento durante la práctica. Este tipo de entrenamiento comprende: entrenamiento de resistencia muscular, estabilidad articular, resistencia aeróbica, entre otros. Tras realizar una revisión sistemática, Ambegaonkar y colaboradores (2021) concluyeron que la aplicación de un entrenamiento adicional puede ser útil para perfeccionar el rendimiento físico de las y los bailarines (Ambegaonkar et al., 2021).

De igual manera, es oportuno hacer mención sobre el papel e impacto de la fisioterapia en los ámbitos de prevención y atención en la salud. Mantilla expresa que la profesión puede jugar un rol importante en la prevención, promoción de la salud, atención y abordaje en el tratamiento de lesiones que afectan a las y los bailarines, ya que las técnicas fisioterapéuticas aterrizan un modelo que permite atender las problemáticas que se presentan (Mantilla, 2018). El entrenamiento pliométrico es una estrategia que las y los fisioterapeutas pueden utilizar para potenciar las capacidades físicas sus clientes.

Según Girón y colaboradores (2017), la pliometría es un tipo de ejercicios que desarrollan la capacidad del músculo de ejecutar una contracción-relajación, de manera rápida y controlada, durante un periodo de tiempo corto. Aumentando el rendimiento y las capacidades físicas (propiocepción, equilibrio, potencia muscular, velocidad, etc.) y disminuyendo el riesgo de lesiones. Algunos estudios que se realizaron en basquetbolistas y en handboleros, concluyeron que la aplicación de programas de pliometría individualizados ayudan en la mejora de las capacidades de los deportistas (Girón-Tamayo et al., 2017; Ramírez et al., 2022). Estos programas son rápidos y fáciles de aplicar.

Por lo anterior, surge la interrogante respecto a la eficacia de la aplicación de los entrenamientos complementarios. Se propone indagar sobre uno de los gestos deportivos más importantes y representativos del ballet: el salto *saut de chat*, caracterizado por ser un movimiento amplio y explosivo. Por ello, la pregunta de la presente investigación es: ¿Cuál es la eficacia de un programa fisioterapéutico de pliometría para mejorar la potencia muscular durante el gesto deportivo "salto *saut de chat*" en bailarines de ballet clásico? Buscando brindar información de utilidad, a bailarines; maestros y entrenadores, que puedan encaminar los entrenamientos desde una perspectiva funcional, y fisioterapeutas, en su intervención clínica.

II. Antecedentes

Danza Clásica

El ballet como ejercicio y deporte

La danza es un arte visual que consiste en una expresión artística en la cual el bailarín busca transmitir sentimientos, actitudes y emociones por medio de su cuerpo y sus movimientos. Se requieren diferentes habilidades físicas que permiten al bailarín desarrollar una coreografía, para obtener dichas capacidades las y los bailarines modelan y modifican su cuerpo de forma que se adapte a sus necesidades expresivas (Green, 2018; Massó Ortigosa, 2012).

A pesar de ser considerado principalmente como un arte, el ballet requiere de diversas aptitudes para que las y los bailarines sean capaces de alcanzar las exigencias físicas que conlleva la ejecución de los pasos. El bailarín requiere de una buena capacidad aeróbica, resistencia y fuerza anaeróbica, un rango de movimiento amplio, control neuromuscular y coordinación para poder ejecutar los pasos no solo de manera artística, sino también segura y sin riesgo de lesiones (DiPasquale & Wood, 2017).

En este sentido, la fisioterapeuta especialista en danza, Ana Sánchez, considera que el ballet es un "arte con cualidades deportivas" (Sánchez, 2021). Para determinar si el ballet puede entenderse y, por ende, estudiarse como un deporte es importante primero comprender los conceptos básicos que surgen de la condición física.

En primera instancia, se puede comprender por actividad física a cualquier tipo de movimiento controlado por el sistema musculoesquelético que genera un gasto energético mayor al de reposo. Por otra parte, se entiende por deporte a una actividad física con finalidad competitiva y al ejercicio como una actividad física planificada, estructurada, repetitiva e intencionada, que tiene por objetivo mantener algún aspecto de la condición física (Vicente-

Rodríguez et al., 2016). Una vez establecidas las definiciones y diferencias entre actividad física, ejercicio y deporte, es posible analizar y determinar si el ballet clásico puede encasillarse en alguna de dichas categorías.

El ballet y cualquier tipo de danza representa una actividad física, ya que su demanda metabólica (VO_2 máx) es significativamente mayor al estado de reposo. El VO_2 máx puede comprenderse cómo el volumen de oxígeno máximo que la persona es capaz de utilizar para transformarlo en energía durante el ejercicio, en el caso de las y los bailarines, al momento de la actividad física se ve aumentado entre 37.7% a 38.8% (Vargas, 2009). Además, es necesario desarrollar la musculatura esquelética para que el bailarín pueda realizar los movimientos.

Una clase de ballet consta de dos principales secciones, el trabajo de barra y el trabajo del centro, esto significa que la estructura del entrenamiento es planificado y estandarizado, además de tener la intención indirecta de mejorar las capacidades físicas del bailarín con el objetivo de potenciar su desempeño artístico (Faulkner, 2021; Vargas, 2009). Siguiendo la definición de ejercicio y las cualidades que debe incluir la actividad física para considerarse como tal, es posible comprender a la danza clásica como un ejercicio y, por otra parte, estudiarlo como tal, buscando mejorar las capacidades de las y los bailarines desde una perspectiva atlética sin perder de vista el componente artístico.

Por último, bajo la definición de deporte y el requisito de competición, el ballet cumple y encaja en la definición. Ya que, existen competencias de carácter internacional, como lo es el Youth America Grand Prix, que son eventos en donde las y los bailarines se presentan y compiten entre ellos generalmente para crear redes de contactos y obtener becas para continuar con sus estudios (Youth America Grand Prix, s.f.). A pesar de ser competencias

individuales y no en equipo, es posible considerar al ballet como un deporte dependiendo de la relevancia para su estudio.

Por consiguiente, la danza clásica puede ser considerada y estudiada no solo como actividad física, sino como ejercicio o deporte. Esta perspectiva abre un panorama a la investigación para asistir a las y los bailarines en su desempeño como atletas y artistas, así como proporcionar herramientas a los profesionales que les brindan atención.

Movimientos principales en el ballet

En el ballet existen una serie de posturas o “posiciones” básicas, de las cuales derivan pasos y movimientos propios de una coreografía. Específicamente en el ballet clásico el principal movimiento que se busca es la rotación externa de todo el miembro inferior, desde la cadera en conjunto con la rodilla y ligera supinación del pie, buscando formar un ángulo de 180° entre ambos pies; esta alineación es conocida como la “primera posición” (Figura 1-A) en el ballet, de ella derivan otras 4 posturas de alineación de los pies las cuales forman las bases del ballet: segunda (de primera posición, se separan los pies al ancho de la cadera), tercera (un pie alineado frente al otro, colocando el talón frente al escafoides), cuarta (de la tercera posición el pie de enfrente se desplaza hacia adelante) y quinta (de la tercera posición se alinea la punta de los ortejos con el talón) (Figuras 1-B a E).

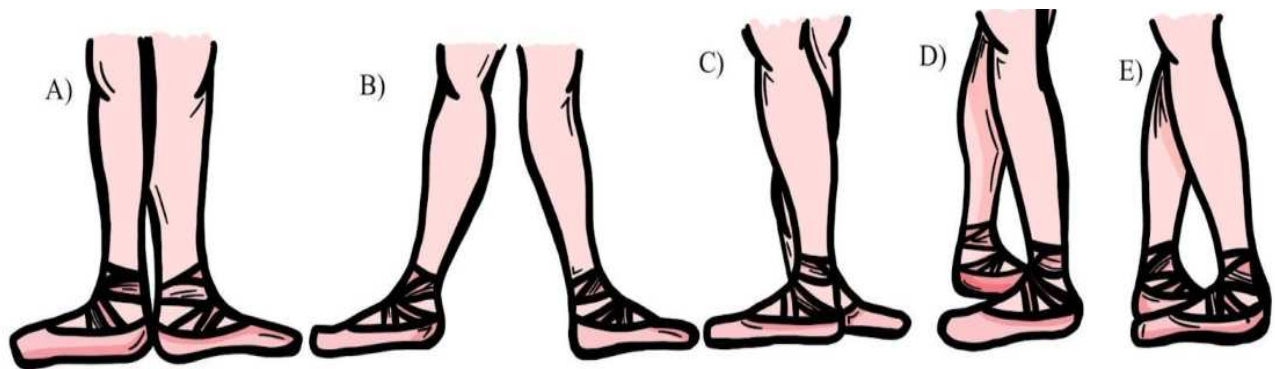


Figura 1. Posiciones básicas del miembro inferior en el ballet.

De igual manera, existen posturas básicas de los brazos, que también se enumeran de primera a quinta posición. De estas posiciones se desenvuelven los movimientos fluidos que se representan durante las coreografías (Figura 2-A a E).

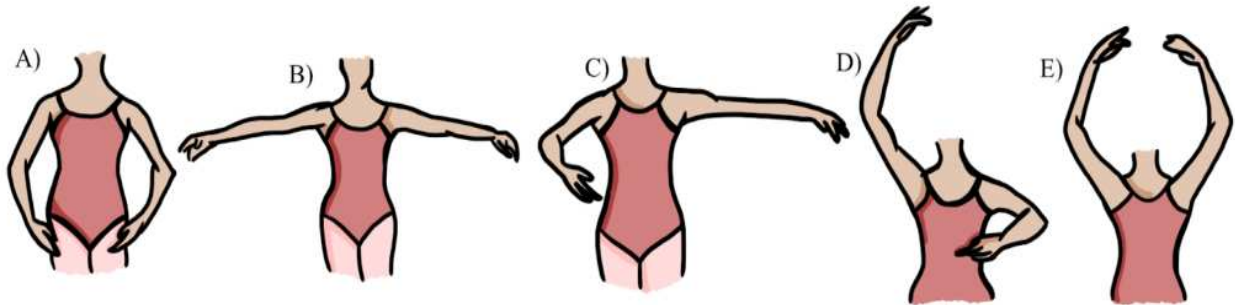


Figura 2. Posiciones básicas del miembro superior en el ballet.

De las posturas emergen diferentes pasos que permiten al bailarín desplazarse en el entorno. Por ejemplo, un *chassé* permite al bailarín desplazarse hacia adelante, un lado o atrás deslizando sus pies de 5ª posición hacia la dirección deseada. Igualmente, existen diferentes tipos de saltos, pueden ser estáticos como un *échappé* (Figura 3-A) o pueden producir movimiento, como un *sissone* (Figura 3-B) o un *saut de chat* (Solange, 2018). Cada paso tiene una biomecánica específica y requieren la activación de diferentes mecanismos para ser producidos adecuadamente.

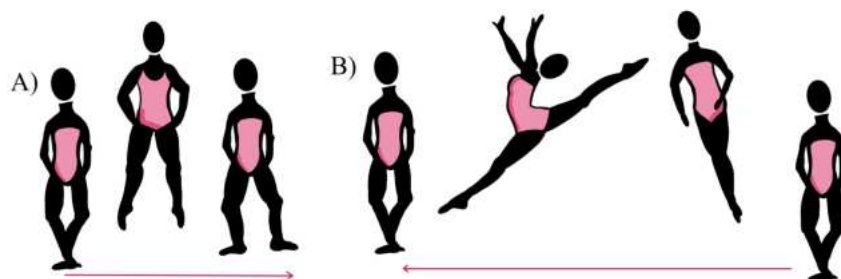


Figura 3. Saltos en el ballet.
A) *Échappé à la seconde*. B) *Sissone poisson*.

Cualidades de los saltos

Se puede definir un salto, como aquella capacidad o acción física en la que el cuerpo pierde contacto con una superficie y hay un desplazamiento en el aire de un lado a otro, lo que

requiere de un trabajo explosivo, de fuerza muscular y de agilidad. Puede involucrarse el uso de una o dos extremidades al momento del aterrizaje (Díaz et al., 2019).

Una vez comprendido el concepto, es necesario saber que, dentro de la danza clásica, la ejecución de saltos en las rutinas o coreografías forman parte de los movimientos principales, pues les da un toque estético a las maniobras que se realizan (Rojano, 2021). Es por ello por lo que al llevarlos a cabo se deben de considerar diferentes factores para lograr su realización, donde se destaca la fuerza, la velocidad y la resistencia.

La fuerza nos servirá para potenciar todos aquellos grupos musculares necesarios para la práctica del salto, así como evitar que al momento del aterrizaje existan posibles lesiones. En el caso de la velocidad, permitirá en una medida de tiempo llevar a cabo el salto, pero también constituye el movimiento explosivo del gesto. Y por último la resistencia, que será necesaria para poder proveer a los músculos de la capacidad de ejecución repetitiva del movimiento sin que el músculo se fatigue.

Salto Saut de Chat

El salto a evaluar en la presente investigación se denomina “*grand jeté développé*” (Figura 4), pero es mayormente conocido como *saut de chat*, que del francés se traduce literalmente como salto de gato. Es un gran salto, que consiste en un despegue vertical, en donde el centro de gravedad alcanza su punto máximo durante la extensión máxima del salto y una traslación horizontal, permitiendo al bailarín avanzar hacia adelante (Blanco et al., 2021).

Los grandes saltos en el ballet son de suma importancia artística, ya que permiten al bailarín trasladarse por el escenario, además de brindar un impacto estético a la coreografía (Rojano, 2021). Por eso mismo es importante que se realicen con una técnica adecuada, y las

cualidades del salto (potencia aterrizaje, alineación, etc.) permitan al bailarín llevar a cabo un paso exitoso y sin lesiones.

En cuanto a la biomecánica de este salto, es importante considerar tres fases: el despegue, en donde sucede el *developpé* que permitirá la extensión de la pierna; el *split* en el aire, en donde la pierna del *developpé* alcanza la horizontal junto con la de impulso y el aterrizaje, donde la misma pierna del *developpé* aterriza, alcanzada por la otra extremidad.

El movimiento de *developpé* consiste en una flexión de cadera y rodilla, buscando alcanzar que la punta del pie se posicione a la altura de la rodilla de apoyo. En este paso los músculos flexores de cadera son importantes para favorecer el recorrido de la pierna, principalmente el sartorio (Haas, 2018). De igual manera los flexores de rodilla permitirán que la punta del pie alcance el punto objetivo. También, como en la mayoría de los pasos en la práctica del ballet, el pie en movimiento mantendrá una postura de plantiflexión para hacer el *pointe*. La pierna de apoyo, debería mantener una posición estática en total extensión y rotación externa (*en déhors*), sin embargo, al tratarse de un paso que requiere impulso para saltar, se flexionará en una especie de *plié* para propiciar un buen despegue; el vasto medial va ser de importancia al momento de volver a la extensión para producir el salto (Blanco et al., 2021; Haas, 2018).

Durante la fase de *split* jugarán un papel importante, diferentes músculos dependiendo de la extremidad que se esté evaluando. En la pierna que este al frente (la que realizó el *developpé* al inicio); los flexores de cadera, principalmente el complejo del cuádriceps, mantienen su potencia a fin de alcanzar y mantener la horizontal y, al mismo tiempo, sostener la rodilla en extensión; otro grupo de importancia, serán los aductores, los cuáles conservarán la extremidad alineada hacia el frente, permitiendo un desplazamiento lineal. En la pierna que queda posterior (la que realizó el impulso), los músculos agonistas serán los isquiotibiales y

glúteos (principalmente el mayor, por su participación en la extensión de cadera), una buena activación de la musculatura isquiotibial, acompañada de la activación del abdomen y el core, permitirá que la pelvis se mantenga bien alineada, evitando que el cuádriceps contrario se sobrecargue para mantener una buena postura (Haas, 2018). El core, que hace referencia a la musculatura central, donde se incluyen el transverso, recto y oblicuos abdominales, jugarán un papel importante ayudando a mantener el tronco erecto y estable durante todo el paso.

Finalmente, el aterrizaje consta de un *plié*, con la extremidad que realizó inicialmente el *developpé*, el grupo muscular que recibirá el mayor impacto es el cuádriceps, ya que será el cual resiste la gravedad y permite que la rodilla vuelva a la extensión después de aterrizar, similar a como sucedería en una sentadilla unipodal. Los músculos que apoyarán a este movimiento serán el vasto medial en cuanto a la estabilidad y el sartorio para la potencia. Es importante también hacer mención de los estabilizadores del tobillo, sus ligamentos y músculos, que propiciarán un aterrizaje controlado (Blanco et al., 2021).

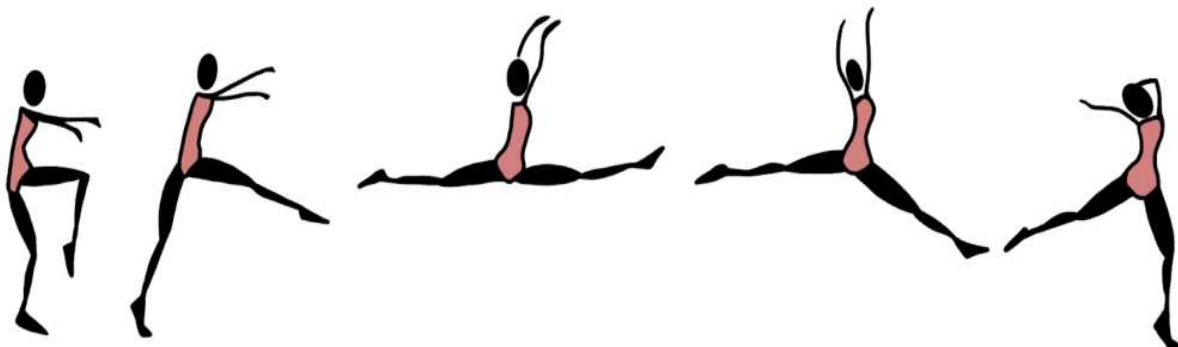


Figura 4. Salto Saut de chat.

*La extensión de la pierna anterior sucede a través de un *developpé* (flexión de la rodilla a través de la pierna base hasta retiré -rodilla-)*

Mecanismos de Lesión frecuentes en la Danza

La práctica del ballet clásico representa el desempeño de habilidades físicas, entre las cuales se puede mencionar la resistencia, elasticidad y velocidad, lo que promueve el desarrollo físico de los segmentos corporales de las y los bailarines de ballet. Sin embargo, al ser una disciplina que requiere de intensas sesiones de entrenamiento para la perfección de

las técnicas, suele estar asociada a la aparición de lesiones musculoesqueléticas (Biernacki et al., 2018).

Un mecanismo de lesión en la danza es considerado como aquella alteración de las estructuras anatómicas fisiológicas ocasionada tras ejecutar la práctica, entrenamiento o actividad física. Esto puede ocasionar que el deportista abandone, modifique o postergue las sesiones de entrenamiento.

Existen dos tipos de mecanismo de lesión dentro del deporte, la primera es ocasionada por sobreuso y la segunda por traumatismo. El primer mecanismo dentro de la danza generalmente se ocasiona por la ejecución repetitiva de gestos o movimientos en la danza y comúnmente, se ha asociado a un tiempo inadecuado de recuperación de las lesiones afectando principalmente al tendón, músculo o la entesis, así como, tejido óseo o el nervio. Mientras que el segundo, suele ser por la aparición de movimientos compuestos, la recepción o caídas en los saltos y las posiciones inadecuadas adoptadas durante el baile, los cuales sobrepasan los límites fisiológicos de las estructuras y generan una alteración funcional (Corrales et al., 2017; Valle et al., 2018).

También, existe una serie de factores de riesgo que vuelve vulnerables a las y los bailarines de ballet. Una de las características principales de lesión es la posición anatómica, donde se produce un desplazamiento anormal de las estructuras al intentar adoptar las posturas específicas de la práctica, que en ocasiones el bailarín no puede realizar por las limitaciones propias de las articulaciones, además de un entrenamiento deficiente o una ejecución inadecuada de las técnicas, el estrés y los factores externos como son, el tipo de calzado que se utiliza, el tipo de suelo donde se practica, y el entorno que lo rodea (Massó Ortigosa, 2012; Rinonapoli et al., 2020).

Algunos estudios realizados en bailarines de ballet coinciden que las lesiones de mayor prevalencia en la ejecución de esta actividad son las producidas en el miembro inferior y cuya incidencia aumenta en la zona del tobillo, el pie, la rodilla y la cadera. Esto no quiere decir que el miembro superior o el tronco no sufra de lesiones, no obstante, la incidencia es menor (Biernacki et al., 2018; Ekegren et al., 2014).

En el caso del tobillo y pie, las lesiones más frecuentes son ocasionadas por una debilidad de los músculos, las lesiones más frecuentes son: el esguince de tobillo, tendinopatía del tendón de Aquiles, bursitis, fracturas por estrés, fascitis plantar, hallux valgus. (coloquialmente conocido como “juanete”), dedos en garra, entre otros (Massó Ortigosa, 2012).

En el caso del esguince de tobillo, su aparición está relacionado en su mayoría con la ejecución del paso *relevé*, comúnmente conocido como “puntillas”. También puede suceder al realizar algún giro, pirueta o salto, ocasionando una lesión al no existir un buen mecanismo de amortiguación (Massó Ortigosa, 2012).

La tendinopatía del tendón de Aquiles hace referencia a una inflamación del tendón ocasionada por la ejecución de movimientos repetitivos de flexión plantar completa y la práctica de saltos, lo que produce que exista un engrosamiento del tendón. Puede producir dolor y ocasionar la ruptura del mismo (Massó Ortigosa, 2012).

Las fracturas por estrés son ocasionadas por una sobrecarga repetitiva y un exceso en las fuerzas de comprensión sobre el hueso, lo que genera una ruptura de las trabéculas. Las estructuras más afectadas suelen ser los metatarsianos (Massó Ortigosa, 2012).

La fascitis plantar, se asocia a un mantenimiento de pronación excesiva o a un exceso de las fuerzas de tracción sobre la planta del pie. Esto genera que se fatigue el tejido viscoelástico y produzca una inflamación del tejido (Massó Ortigosa, 2012).

Las deformaciones de las estructuras óseas y articulares se asocian a posturas forzadas dentro de la práctica. El *hallux valgus* también conocido como “juanete”, tiene múltiples factores de producirse. En la danza se asocia a las posturas adoptadas durante la práctica, entre ellas el *releveé* en pronación. No siempre ocasiona dolor o limitación para la ejecución. Los dedos en garra, se asocian a una caída o apoyo excesivo y una debilidad en los músculos flexores y extensores, lo que provoca una hiperextensión metatarsfalángica y una flexión de las interfalángicas (Corrales et al., 2017; Massó Ortigosa, 2012).

En el caso de la rodilla, las lesiones más frecuentes son: síndrome femorrotuliano, tendinitis rotuliana, bursitis, lesión de los meniscos, entre otras. El síndrome femorrotuliano se caracteriza por una compresión del cartílago articular producido por un aumento de las fuerzas en esta zona, hay múltiples factores que lo provocan, entre ellos se encuentran el *genu recurvatum* (alineación anormal en la rodilla en la que está se hiperextiende hacia posterior debido al aumento de la laxitud ligamentaria), el aumento del ángulo Q, la postura de la rodilla, y la acción y fuerza del músculo cuádriceps (Massó Ortigosa, 2012). La tendinitis rotuliana se produce al existir un aumento en las fuerzas de tracción al contraerse el cuádriceps, una rotación externa excesiva o no tener un buen equilibrio de las estructuras, lo que desencadena un proceso inflamatorio y doloroso a nivel de la tuberosidad anterior de la tibia (Corrales et al., 2017).

Por último, entre las lesiones que suceden en la cadera destacan la cadera en resorte, tendinopatía de los aductores y fracturas por arrancamiento. La cadera en resorte consiste en el roce que se da en la ejecución de algún gesto o postura, entre un tendón o ligamento con una estructura ósea, principalmente ocurre en los movimientos de flexoextensión de la cadera; los más comunes ocurren en la banda iliotibial y el tendón del psoas ilíaco. Por otra parte, la tendinopatía de los aductores se da por una sobrecarga en la zona del pubis, lo que causa una

inflamación en la inserción de los músculos, y puede ocasionar un cuadro doloroso al realizar la posición *grand-plié*. Finalmente, las fracturas por arrancamiento, se les conoce así porque se percibe un desprendimiento óseo por un aumento de la tensión en las inserciones musculares, una postura que puede producirlo es el *jetteé* (Figura 5), lo que provoca un desprendimiento por una contracción, tales como: aductores, isquiotibiales y el sartorio (Massó Ortigosa, 2012).



Figura 5. Grand jetteé.

Pliometría y Entrenamientos Complementarios

Una vez que consideradas las implicaciones y riesgos que pueden desencadenarse de los entrenamientos deficientes entre bailarines, es importante considerar el desarrollo de estrategias que apoyen a las y los bailarines, ya sea para el tratamiento o la prevención de lesiones durante su práctica artística. Para comenzar, es necesario brindar una definición de lo que consiste un entrenamiento complementario, que puede comprenderse como aquellas rutinas que no están enfocadas directamente con la práctica o ejecución de los gestos deportivos, más bien están encaminadas a mejorar las capacidades fisiológicas de la persona para aumentar su rendimiento durante la danza. Ésta aplicación de programas es útil a fin de poder potenciar las capacidades físicas del atleta, prevenir y rehabilitar lesiones (Mantilla, 2018).

La aplicación de la pliometría como entrenamiento complementario puede representar diferentes ganancias para la práctica deportiva, las cuales en la danza pueden resultar en un

mejor desempeño artístico y funcional. La potencia muscular al momento de saltar se ve aumentada, debido a que el reclutamiento de unidades motoras es más eficiente y la coordinación y organización de la musculatura agonista mejora. Así mismo, el entrenamiento pliométrico es útil al momento de prevenir lesiones, ya que su práctica permite que los cambios de aceleración y dirección se realicen con mayor control, evitando movimientos forzados que puedan lesionar a las personas. Otras habilidades importantes para la danza son el equilibrio estático y dinámico, las cuales se ven mejoradas gracias a las sesiones de pliometría (Ramírez et al., 2022). Al mejorar la fisiología de la persona no solo se mejora su rendimiento deportivo, también se previenen lesiones y en caso de que exista alguna lesión musculoesquelética, la rehabilitación resulta más rápida y menos limitante.

Actualmente, en México existe nula información de referencia sobre la aplicación de entrenamientos complementarios, las investigaciones más recientes en otros países datan con resultados de hasta hace 5 años (Angioi et al., 2012; Stadler et al., 1990). En dichos estudios se ha reportado ligero aumento en las capacidades físicas de las y los bailarines tras la aplicación de entrenamientos complementarios de fortalecimiento con eso, concluyeron que el poco o nulo aumento podría deberse al poco tiempo de intervención; sin embargo, es rescatable el beneficio que traen los entrenamientos complementarios a la práctica de ballet y la disminución de los factores de riesgo para lesiones.

Pliometría: definición, beneficios y función

En primera instancia, es posible definir la pliometría como aquellos ejercicios que desarrollan la capacidad de contracción-relajación del músculo de manera rápida, controlada y durante un periodo de tiempo reducido (Girón-Tamayo et al., 2017). La aplicación de la pliometría tiene efectos sobre la potencia muscular, la velocidad en el desplazamiento, los cambios de dirección, sobre la estabilidad y el equilibrio (Ramírez et al., 2022).

Respecto a la potencia muscular, se ha observado en estudios previos que, durante la realización de ejercicios pliométricos, suceden diferentes mecanismos adaptativos que ayudan a la mejoría. Posterior a la práctica pliométrica se ha observado que aumenta el reclutamiento de unidades motoras musculares y mejora la coordinación entre los diferentes músculos, potenciando la activación neuronal en el antagonista trabajado. Esto se refleja benéficamente en una mejoría en la calidad de los saltos del deportista, ya sea medido de manera horizontal o vertical (Ramírez et al., 2022). En la revisión sistemática realizada por Grgic y colaboradores, se determinó que la pliometría tiene un efecto similar al entrenamiento de resistencia respecto a la hipertrofia muscular, sin embargo, la activación muscular resulta más eficiente, sobre todo durante los saltos (Grgic et al., 2021).

En el estudio realizado en basquetbolistas por Ramírez y colaboradores se comprobó que la pliometría mejora el *sprint* lineal, que hace referencia a un recorrido de velocidad en línea recta. En la danza el *sprint* no es una habilidad de importancia práctica, sin embargo, los beneficios que tendría el desarrollo de la capacidad aeróbica es mejorar el rendimiento de las y los bailarines.

En cuanto al equilibrio y la propiocepción, se ha demostrado que los entrenamientos pliométricos pueden resultar benéficos sobre el equilibrio estático, pero también sobre el dinámico, es decir, al momento de cambiar de posición. Lo más importante a destacar es que una mejoría en el equilibrio durante el cambio de posturas no beneficia únicamente el gesto deportivo, sino que reduce el riesgo de lesiones manteniendo una buena congruencia articular (Ramírez et al., 2022).

En conclusión, como ya se mencionó mejorar la fisiología de la persona no solo se mejora su rendimiento deportivo, también se previenen lesiones y en caso de que exista alguna

lesión musculoesquelética, la rehabilitación resulta más rápida y menos limitante. Por ello, es importante determinar qué estrategias propician un mejor desempeño deportivo.

Estrategias de dosificación en la pliometría

La dosificación del ejercicio pliométrico, así como cualquier estrategia de ejercicio terapéutico, debe ser lo más individualizada posible y bajo vigilancia de las y los entrenadores o terapeutas. La primera categoría de dosificación es el volumen de los saltos, que hace referencia a la cantidad de contactos que tendrá la o el deportista durante la sesión; dicha estandarización puede clasificarse como baja, baja-media, media y media-alta (Tabla 1). Es posible considerar otras categorías como: intensidad y frecuencia, las cuales se integran al programa de acuerdo con las capacidades físicas con las que ya cuentan las y los deportistas (Boyle, 2017; Calero et al., 2018).

Tabla 1. Intensidad de la dosificación de pliometría.

<i>Intensidad</i>	<i>Número de contactos</i>
Baja	20-60
Baja-Media	80-100
Media	100-120
Media-Alta	120-140

De igual manera, es importante comprender conceptos básicos dentro del lenguaje pliométrico. Boyle et al describen los siguientes términos como los básicos de pliometría: *Jump* (despegue con las dos piernas y aterrizaje con las dos piernas), *Hop* (despegue con una sola pierna, aterrizaje sobre el mismo pie), *Bound* (despegue con una sola pierna, aterrizaje sobre el pie contrario) y *Skip* (despegue con una sola pierna con contactos con los dos pies) (Boyle, 2017).

Según Jiménez y colaboradores tras realizar un metaanálisis de los entrenamientos de pliometría como complemento en deportes de conjunto, el tratamiento resulta más eficiente si se aplica durante 9 semanas, 3 veces por semana, progresando el número de contactos con el suelo de baja intensidad a alta (Jiménez et al., 2018). Sin embargo, el entrenamiento pliométrico tiene efectos sobre la potencia y fuerza explosiva a corto plazo.

La polimetría y entrenamientos complementarios en la danza

Actualmente en México no existe información de referencia sobre el tema, las investigaciones en otros países presentan información que data hasta hace 5 años (Angioi et al., 2012; Stadler et al., 1990) desde su fecha de aplicación. Por lo cual, no abordan por completo las necesidades de las y los bailarines mexicanos para realizar programas de entrenamiento y que ayuden a visibilizar los efectos en el gesto deportivo y la prevención de lesiones. Por tal razón, se determina la necesidad de valorar la aplicación en una población mexicana.

III. Fundamentación teórica

Anatomía y Fisiología de Miembro inferior

Es posible comprender a la anatomía como la ciencia que se encarga del estudio macroscópico y microscópico de las estructuras y partes del cuerpo humano, mientras que la fisiología es la ciencia que estudia el funcionamiento propio de las estructuras. Ambos estudios permiten obtener un conocimiento detallado del funcionamiento del cuerpo humano, ya que ambas disciplinas van de la mano (Marieb, 2008; Saladin, 2012).

Generalidades óseas

El cuerpo humano está conformado por 206 huesos. Estos cumplen con funciones básicas como protección, soporte, movimiento, equilibrio hidroeléctrico y ácido básico, y la formación de sangre (Saladin, 2012). El esqueleto se divide en dos, en axial y en apendicular. El esqueleto axial, como su nombre lo indica, forma el eje del cuerpo humano y está conformado por las estructuras correspondientes a la cabeza y el tronco. Mientras que el esqueleto apendicular está constituido de ambas extremidades superiores e inferiores (Figura 6) (Latarjet & Ruíz, 2011).

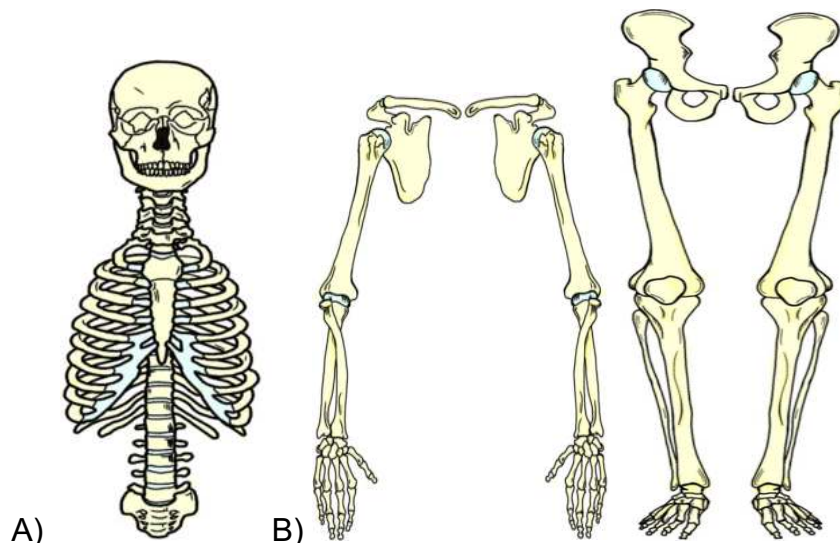


Figura 6. Esqueleto humano.

A) Esqueleto axial: cabeza y tronco. B) Esqueleto apendicular: miembros superior e inferior.

Para el estudio del ballet clásico, se debe centrar la atención en la funcionalidad del esqueleto apendicular, especialmente del miembro inferior (Figura 4-B). El miembro inferior está constituido por 2 huesos ilíacos o coxales, 2 fémures, 2 rótulas, 2 tibias, 2 perones, 14 tarsos, 10 metatarsos y 28 falanges. Estos segmentos conforman las articulaciones, que son el punto de unión entre un hueso y otro. El miembro inferior se compone de 3 articulaciones principales: cadera, rodilla y tobillo, las cuales serán el enfoque de la presente investigación, pues el esfuerzo de mayor impacto en el ballet está presente en las articulaciones del miembro inferior (Massó Ortigosa, 2012; Saladin, 2012).

Cadenas musculares

Respecto a las cadenas musculares, es importante saber que los músculos son tejidos blandos que constituyen aproximadamente la mitad del peso del cuerpo humano. Las funciones principales de los músculos son dar movimiento a las estructuras del cuerpo humano, brindar estabilidad permitiendo mantener las posiciones y posturas que se adoptan, la producción de calor que permite que los procesos metabólicos de las enzimas se lleven a cabo y el control glucémico de los músculos, para estabilizar las concentraciones en la sangre (Latarjet & Ruíz, 2011; Saladin, 2012).

Existen tres tipos de músculo: el cardíaco, el liso y el estriado, pero el estudio del ejercicio y deportes se centra en el músculo estriado, que es el que da la constitución a los músculos del miembro inferior. Para el miembro inferior, es posible analizar por cadenas musculares en cada articulación, recordando que se abordará cadera, rodilla y tobillo, y que en estas estructuras se encuentran los músculos más largos.

Cadera

La cadera está conformada por cadenas musculares que permiten la flexión, extensión, aducción, abducción y rotación externa e interna de la articulación (Figura 7).

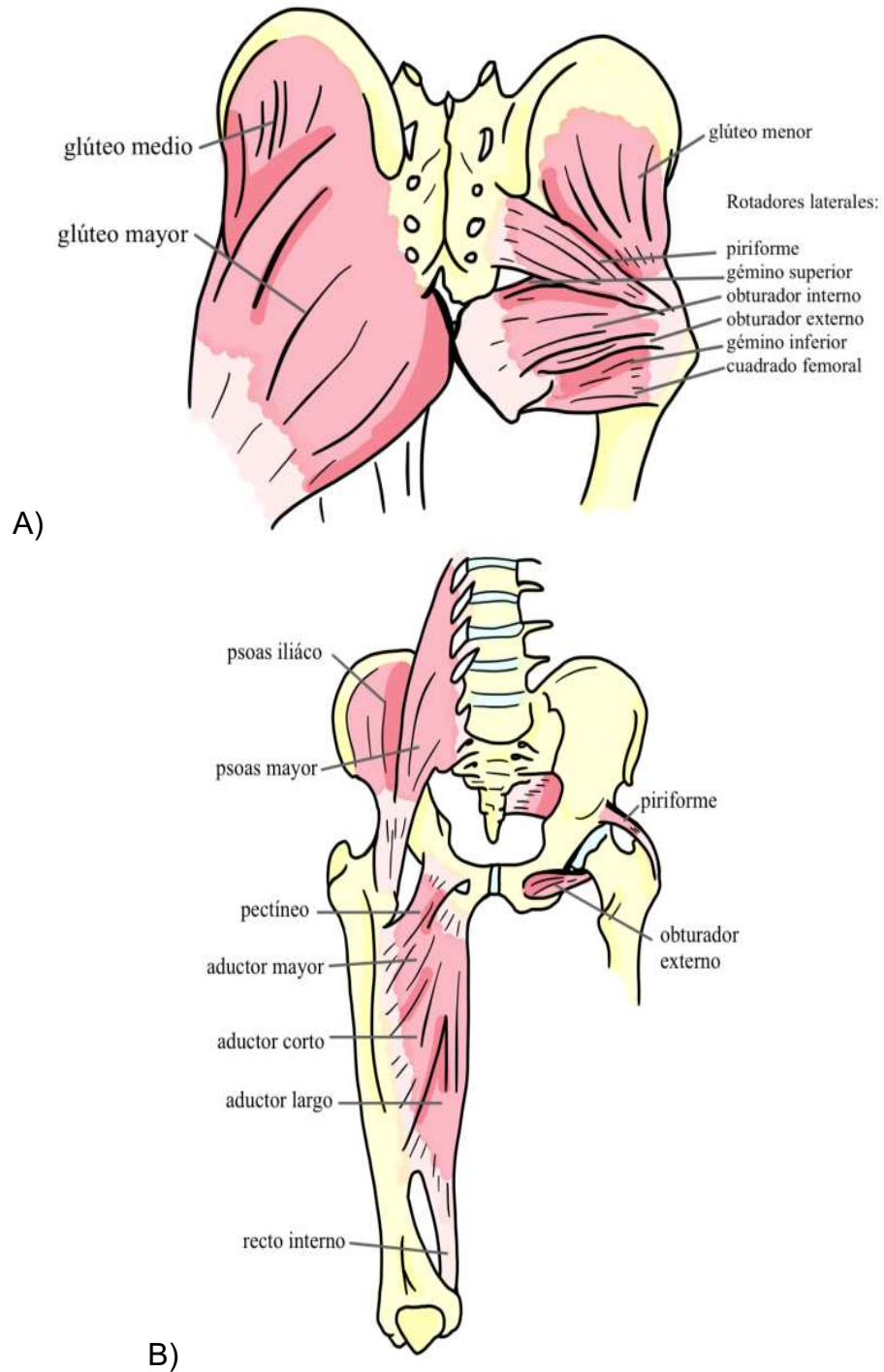


Figura 7. Músculos de la cadera.
A) Vista posterior. B) Vista anterior.

En la ejecución del ballet clásico las y los bailarines hacen gran uso de la musculatura de la cadera para la realización y mantenimiento de diversas posturas, como la rotación externa en el *en dehors* o la extensión de la cadera en un *arabesque*. Los músculos del miembro inferior, en el caso de la articulación de la cadera, que se encuentran bajo exigencias mayores son los aductores (pectíneo, aductor mayor, corto y largo), también los rotadores externos (obturador interno, externo, gemelo superior e inferior), ya que permiten las posturas básicas propias de la práctica de la danza, así como la ejecución de saltos. Mientras que los demás músculos proporcionan un control sobre las posiciones y posturas adoptadas, mediante la estabilización de las estructuras, algunos de estos músculos son el tensor de la fascia lata y el glúteo medio (Massó Ortigosa, 2012). Estos músculos le dan la conformación a la estructura de la cadera (Tabla 2).

Tabla 2. Músculos de la cadera según su acción.

Músculos	Flexor	Extensor	Abductor	Aductor	Rotador Interno	Rotador Externo
<i>Psoas iliaco</i>	+					
<i>Psoas mayor</i>	+					
<i>Sartorio</i>	+		+			+
<i>Recto femoral</i>	+					
<i>Glúteo menor</i>	+		+		+	
<i>Glúteo mayor</i>		+				+
<i>Bíceps Femoral</i>		+				
<i>Semitendinoso</i>		+				
<i>Semimembranoso</i>		+				
<i>Glúteo medio</i>			+		+ F. Anteriores	+ F. Posteriores
<i>Tensor de la fascia lata</i>	+		+		+	
<i>Piriforme</i>			+			+
<i>Gemino superior</i>						+
<i>Gemino inferior</i>						+

<i>Obturador interno</i>						+
<i>Obturador externo</i>				+		+
<i>Cuadrado femoral</i>				+		+
<i>Pectíneo</i>	+			+		
<i>Aductor corto</i>				+		
<i>Aductor largo</i>				+		
<i>Aductor mayor</i>				+	+	
<i>Grácil o recto interno</i>				+		

(+): principal acción del músculo

Rodilla

La rodilla es una estructura importante en el miembro inferior, ya que se encarga de soportar y transmitir cargas entre las otras articulaciones. Esta estructura permite los movimientos gracias a los músculos flexoextensores, rotadores externos e internos (Figura 8).

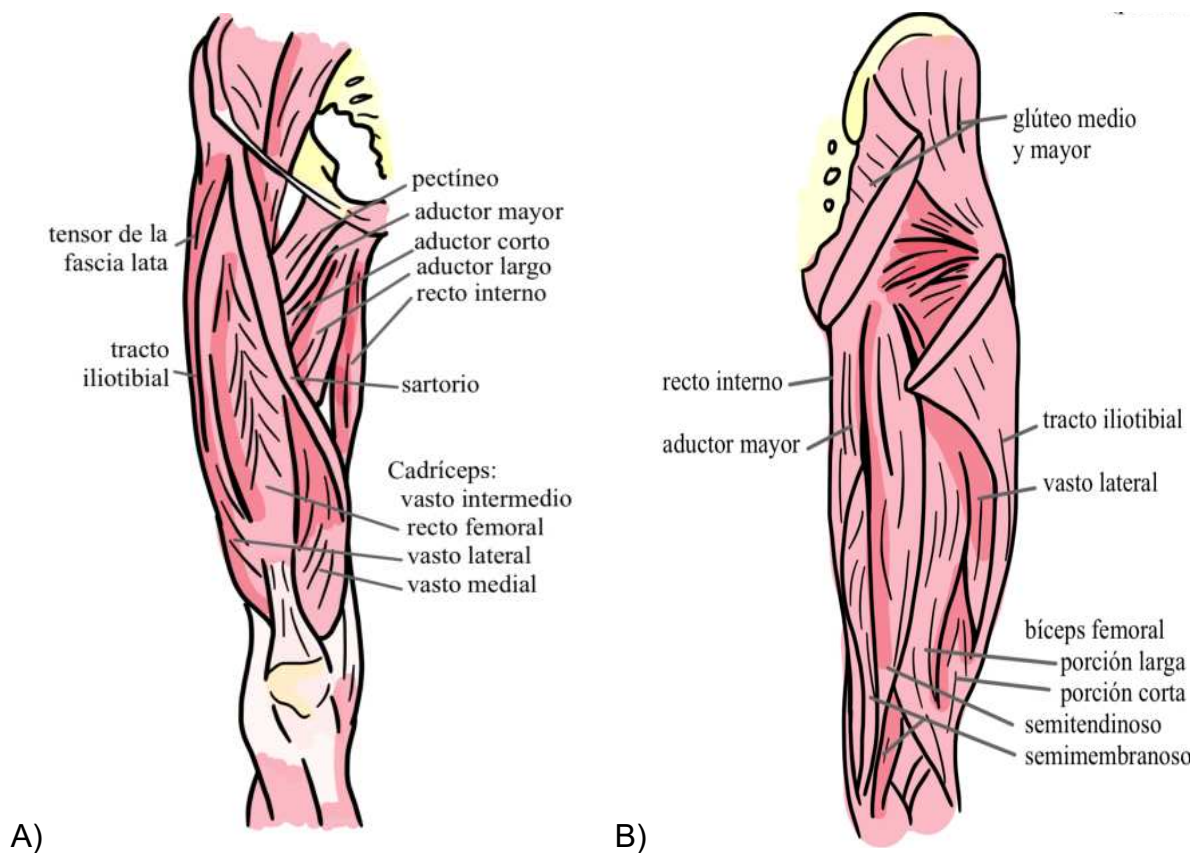


Figura 8. Músculos de la rodilla.
A) Vista anterior. B) Vista posterior.

Los músculos no van a trabajar aisladamente, van a emplearse en conjunto con otros de cadera y tobillo, lo que permite una mejor ejecución de la actividad. En este caso el cuádriceps, al ser un músculo formado por cuatro porciones es el que brindará estabilidad a la rodilla y permitirá que la ejecución de movimientos sea más controlada, además, es el músculo más potente para la extensión. Así mismo, los isquiotibiales, que son músculos que constituyen la parte posterior de la rodilla.

Los músculos que conforman a la rodilla se muestran en la siguiente la Tabla 3, con la finalidad de comprender cuáles son sus nombres y la función que cumplen en la articulación.

Tabla 3. Músculos de la rodilla según su acción.

Músculos	Flexor	Extensor	Rotador Interno	Rotador Externo
<i>Sartorio</i>	+		+	
<i>Bíceps femoral</i>	+			+
<i>Semitendinoso</i>	+		+	
<i>Semimembranoso</i>	+		+	
<i>Grácil</i>	+		+	
<i>Poplíteo</i>	+		+	
<i>Gastrocnemios</i>	+			
<i>Cuádriceps femoral</i>		+		

(+): principal acción del músculo

Tobillo y pie.

Los músculos que permiten los movimientos en el tobillo son los plantiflexores, dorsiflexores, supinadores, pronadores, abductores y aductores. En la danza clásica, uno de los músculos de mayor potencia es el tríceps sural y todos aquellos que ejecuten la plantiflexión (Figura 9), ya que son músculos que soportan el peso de las estructuras, así como los músculos del pie que por medio de su apoyo en antepié permite que haya un equilibrio en la ejecución de posturas y técnicas propias de la danza, pero sobre todo en la potencia de los saltos (Latarjet & Ruíz, 2011).

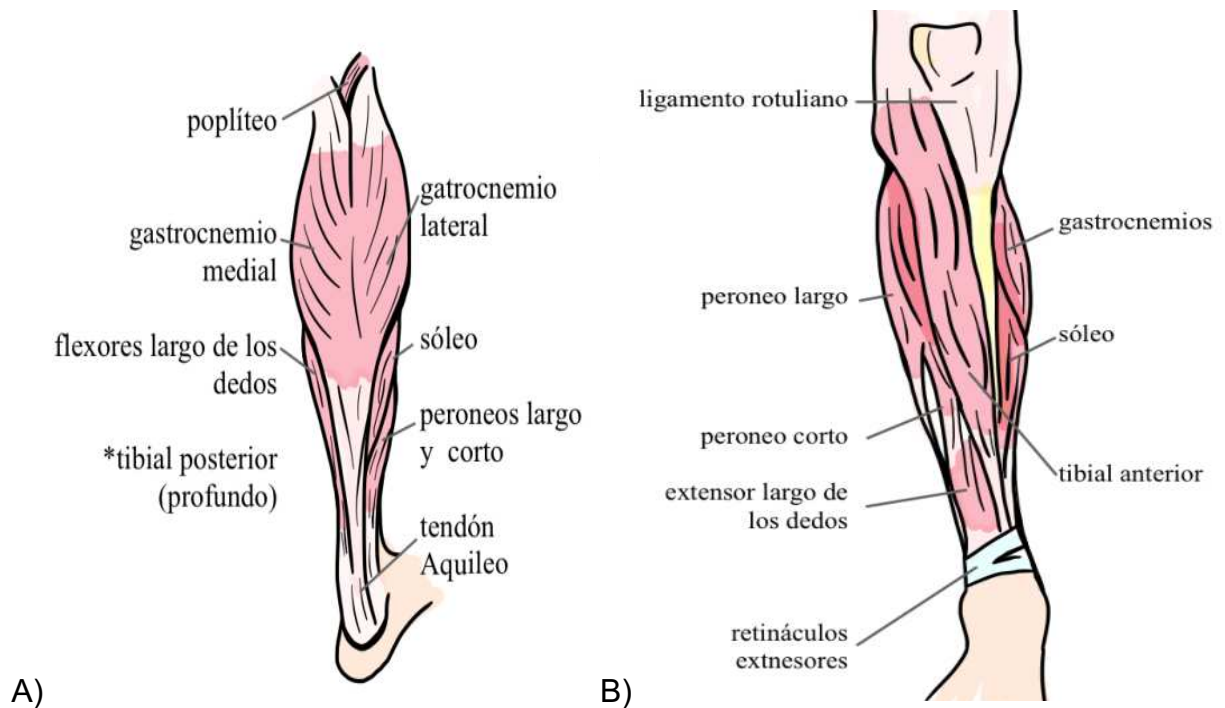


Figura 9. Músculos del tobillo.
 A) Vista posterior. B) Vista anterior.

En el caso del pie, los músculos que harán el trabajo de soporte serán los extensores (extensor largo y corto de los dedos y el extensor del dedo gordo), a través de la media punta o punta, que se ejecutan en la danza. Lo que permite que estos movimientos sean eficaces, es la libertad de rango que tienen los músculos extensores y que al iniciar sus orígenes en la pierna le da mayor sustentabilidad a la estructura (Latarjet & Ruíz, 2011). Los músculos que movilizan estas articulaciones se enlistan en las Tablas 4 y 5.

Tabla 4. Músculos del tobillo según su función.

Músculos	Eversor			Inversor		
	Dorsi-flexores	Pronación	Abductor	Plantiflexores	Supinación	Aductor
<i>Tibial anterior</i>	+				+	+
<i>Tibial posterior</i>				+	+	+
<i>Flexor largo de los dedos</i>				+	+	+

<i>Flexor largo del dedo gordo</i>				+		
<i>Extensor común de los dedos</i>	+					
<i>Extensor largo del dedo gordo</i>	+				+	+
<i>Extensor largo de los dedos</i>	+					
<i>Tercer Peroneo</i>	+	+	+			
<i>Peroneo largo</i>		+	+	+		
<i>Peroneo corto</i>		+	+	+		
<i>Tríceps sural</i>				+		

.(+): principal acción del músculo

Tabla 5. Músculos del pie según su función.

Músculos	Flexor	Extensor	Abductor	Aductor
<i>Extensor largo del dedo gordo</i>		+		
<i>Extensor largo de los dedos</i>		+		
<i>Extensores cortos de los dedos</i>		+		
<i>Extensor corto del dedo gordo</i>		+		
<i>Flexor largo del dedo gordo</i>	+			
<i>Flexor largo de los dedos</i>	+			
<i>Flexor corto del quinto dedo</i>	+			
<i>Flexor corto de los dedos</i>	+			
<i>Cuadrado plantar</i>	+			
<i>Lumbricales</i>	+			
<i>Abductor del dedo gordo</i>	+		+	
<i>Abductor del quinto dedo</i>			+	
<i>Interóseos del pie (plantares y dorsales)</i>	+ IOD+I OP		+ IOD	+ IOP
<i>Aductor del dedo gordo</i>				+
<i>Oponente del quinto metatarsiano</i>				+

(+): principal acción del músculo

Componentes articulares

Cadera

La articulación de la cadera está conformada por la unión del acetábulo del hueso coxal y la cabeza del fémur, denominada articulación coxofemoral. El acetábulo cuenta con un fibrocartilago que permite la formación del labio acetabular y que le da un mayor soporte, un punto de unión importante entre estas dos estructuras es el ligamento redondo, que surge de la fovea del cabeza del fémur y se inserta en el fosa del acetábulo (Figura 10) (Marieb, 2008; Saladin, 2012).

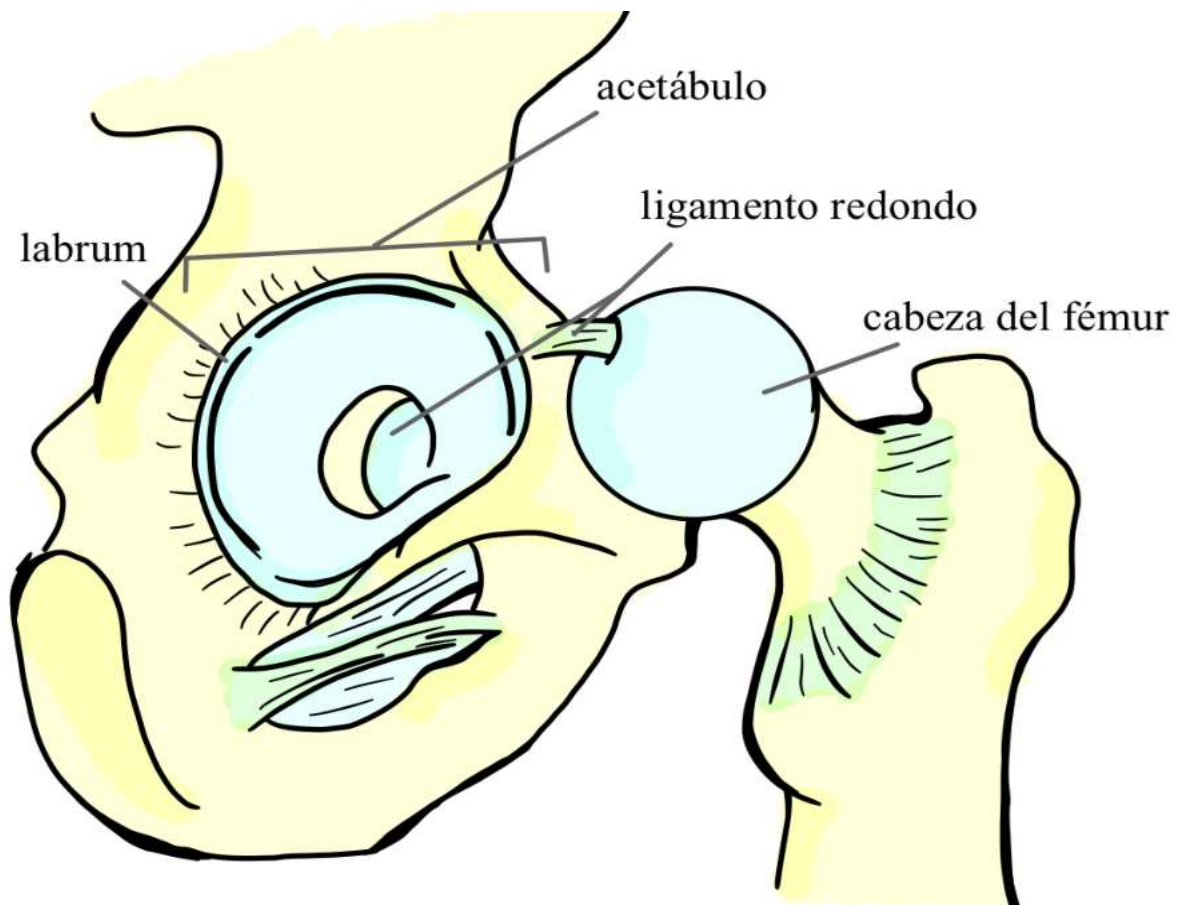


Figura 10. Articulación de la cadera.

La articulación coxofemoral cuenta con ligamentos que van a permitir la estabilidad del segmento corporal, lo que va a facilitar que la estructura tenga un mejor soporte. Estos tres

ligamentos son el pubofemoral, el iliofemoral e isquiofemoral, como su nombre lo indica, cada uno adquiere su nombre de acuerdo con su origen e inserción (Figura 11) (Saladin, 2012).

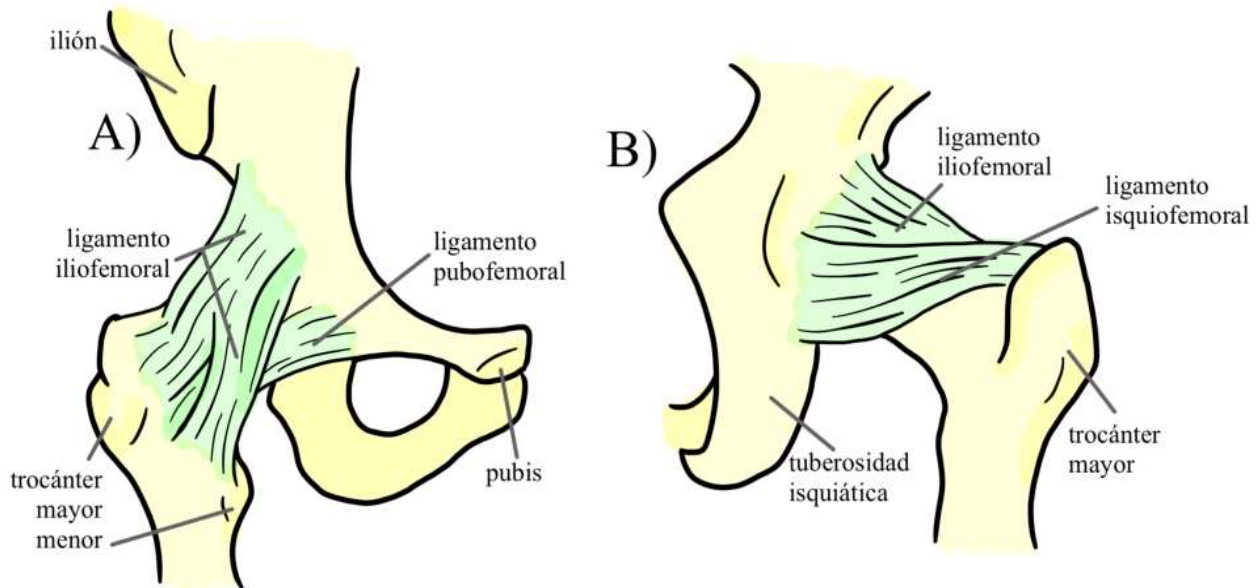


Figura 11. Ligamentos coxofemorales.
A) Vista anterior. B) Vista posterior.

Rodilla

La articulación de la rodilla está constituida por el tercio distal del fémur, el tercio proximal de la tibia (femorotibial) y el tercio distal del fémur y la rótula (femoropatelar). Esta estructura cuenta con elementos que permiten un mejor funcionamiento, entre ellos están los meniscos, el medial y el lateral. El medial tiene forma semilunar y el lateral forma de “c”, son discos cartilaginosos poco vascularizados, que sirven de medios de inserción para algunos músculos y son superficies articulares para los cóndilos femorales, los cuales están unidos gracias al ligamento transversal (Latarjet & Ruíz, 2011; Saladin, 2012).

Para darle estabilidad a la estructura, hay una serie de ligamentos que van a cumplir dicha función. Dentro del complejo de la rodilla podemos encontrar al ligamento rotuliano que va a articularse con el fémur y va a permitir un deslizamiento de la articulación femoropatelar.

Otras dos estructuras que brindan soporte a la rodilla son, el tendón del cuádriceps y el músculo semimembranoso, pues le dan estabilidad en la parte anterior y posterior de la estructura, lo que reduce la aparición de lesiones. Los ligamentos externos de la cápsula o extracapsulares van a impedir que exista un movimiento de rotación cuando la rodilla ejecuta la extensión, estos son el ligamento colateral lateral y el ligamento colateral medial. Mientras que los ligamentos internos o intracapsulares, como son el ligamento cruzado anterior que evita un mecanismo de hiperextensión de la rodilla y el ligamento cruzado posterior un desplazamiento excesivo del fémur hacia anterior (Figura 12) (Saladin, 2012).

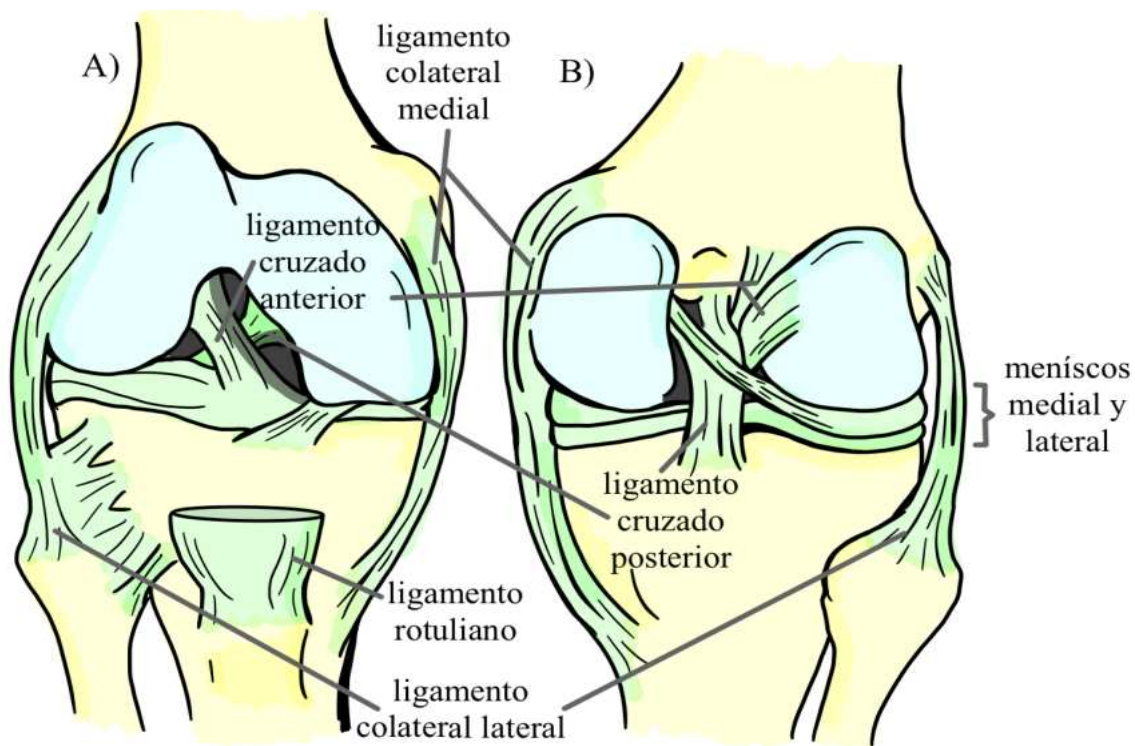


Figura 12. Articulación femorotibial.
A) Vista anterior. B) Vista posterior.

Tobillo

La articulación del tobillo está compuesta por 3 diferentes articulaciones. La unión entre el tercio distal de la tibia y el tercio distal del peroné, forman la articulación tibioperonea distal.

Además de las uniones entre el tercio distal de la tibia y el astrágalo (tibioastragalina) y el tercio distal del peroné y el astrágalo (peroneoastragalina).

Los ligamentos que van a dar estabilidad a esta estructura son los ligamentos tibioperoneo anterior y posterior, que conforman la unión entre el tercio distal de la tibia y el peroné, al igual que, la unión de la membrana interósea entre estas dos estructuras. También se debe saber que los maléolos de la tibia y el peroné van a limitar la movilidad de la estructura (Saladin, 2012).

En la articulación peroneoastragalina, el ligamento que impide movimientos excesivos es el colateral o lateral, conformado por 3 porciones: peroneo astragalino anterior, peroneocalcaneo y peroneo astragalino posterior. Por lo tanto, el ligamento deltoideo y el colateral van a reducir los movimientos excesivos de inversión y eversión que pueden producir lesiones en el tobillo, el más típico es el esguince (Figura 13-A) (Latarjet & Ruíz, 2011; Saladin, 2012).

En la articulación tibioastragalina, el ligamento que le da soporte es el medial o deltoideo, que cuenta con una capa superficial y otra profunda. La capa superficial está conformada por las porciones tibioalcanea, tibionavicular y tibioastragalina anterior, y la capa profunda está constituida por la porción tibioastragalina posterior (Figura 13-B) (Latarjet & Ruíz, 2011).

Cabe mencionar que en la parte posterior del calcáneo un tendón va a encargarse de dar estabilidad en la plantiflexión, es el tendón de Aquiles. Este trabaja limitando la dorsiflexión, mientras que el tendón de los extensores y la cápsula articular, limitarán la plantiflexión (Saladin, 2012).

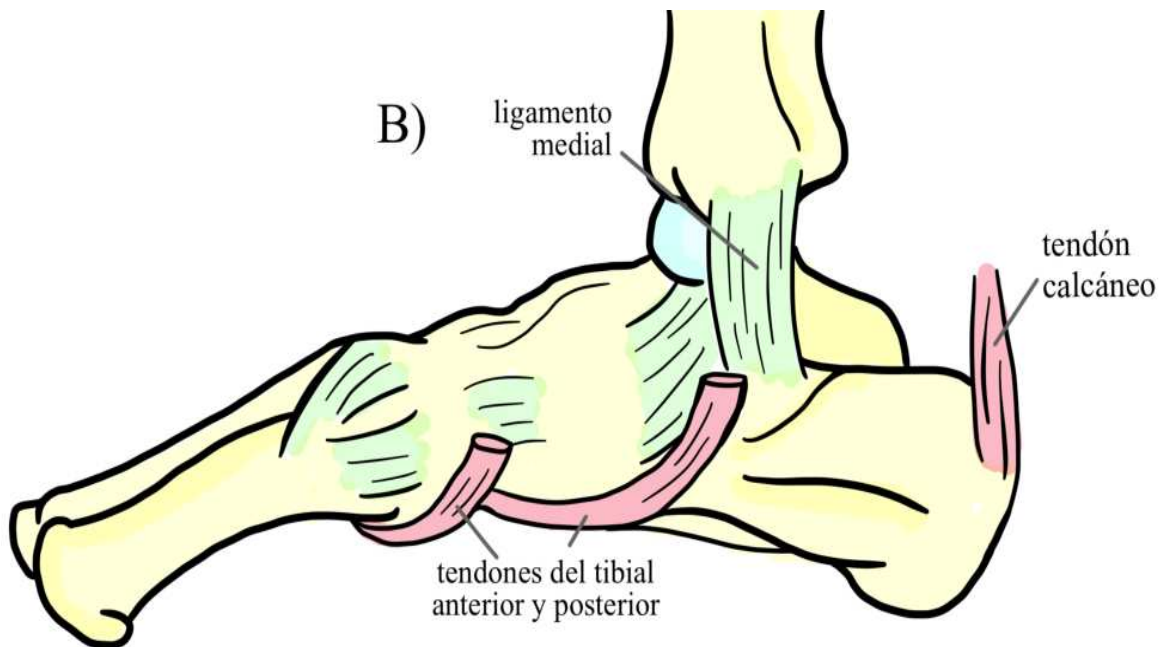
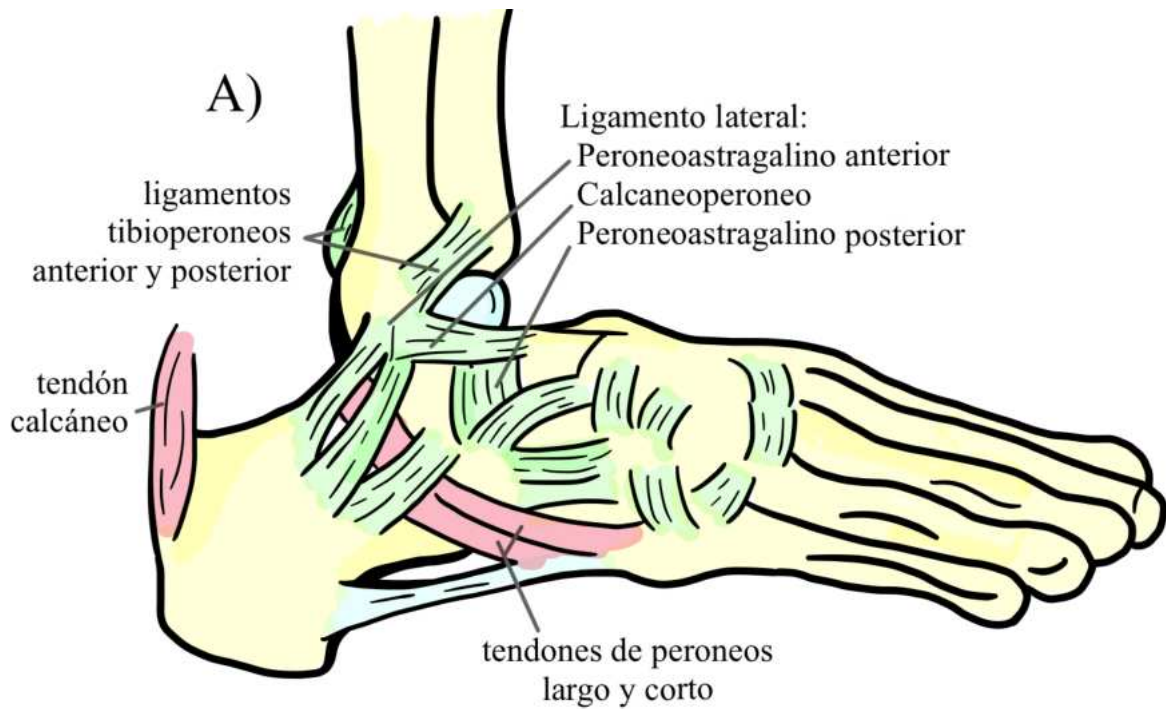


Figura 13. Articulación del tobillo.
A) Art. peroneoastragalina. B) Art. Tibioastragalina.

El pie está compuesto por tres arcos funcionales, el arco transversal, y el arco longitudinal interno y externo. El arco transversal está conformado por las cinco cabezas de los huesos metatarsianos, el arco longitudinal interno constituido por el primer metatarsiano, la

primera cuña, el escafoides, el astrágalo y el calcáneo, y por último el arco longitudinal externo, por el quinto metatarsiano, el cuboides y el calcáneo (Neuman, 2016).

Existen diferentes tipos de pies dependiendo de la longitud de los dedos. Podemos clasificar 6 tipos de pies, que son: los de mayor frecuencia el pie cuadrado, egipcio y el griego (Figura 14-A a E), y en menor frecuencia el romano, el germano y el celta. El pie cuadrado, mantiene la alineación de los cinco dedos a la misma altura. Mientras que el pie egipcio, va de ascendente a descendente, es decir, el primer dedo es más grande que el segundo, el segundo más grande que el tercero y así sucesivamente. En el pie griego podemos encontrar que el segundo dedo es más grande que el primero y el tercero (Pérez et al., 2016).

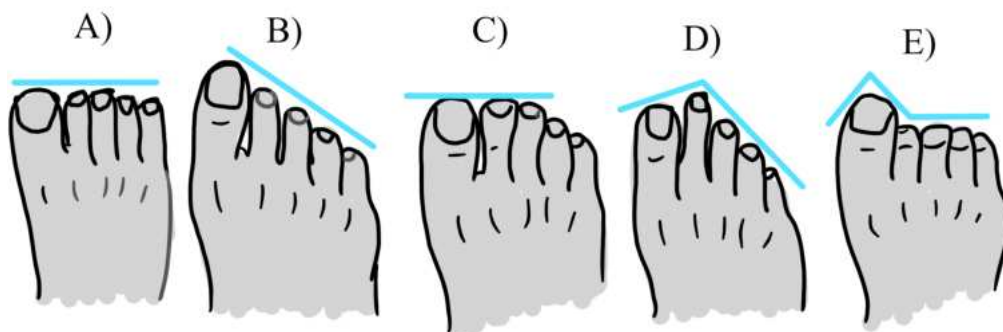


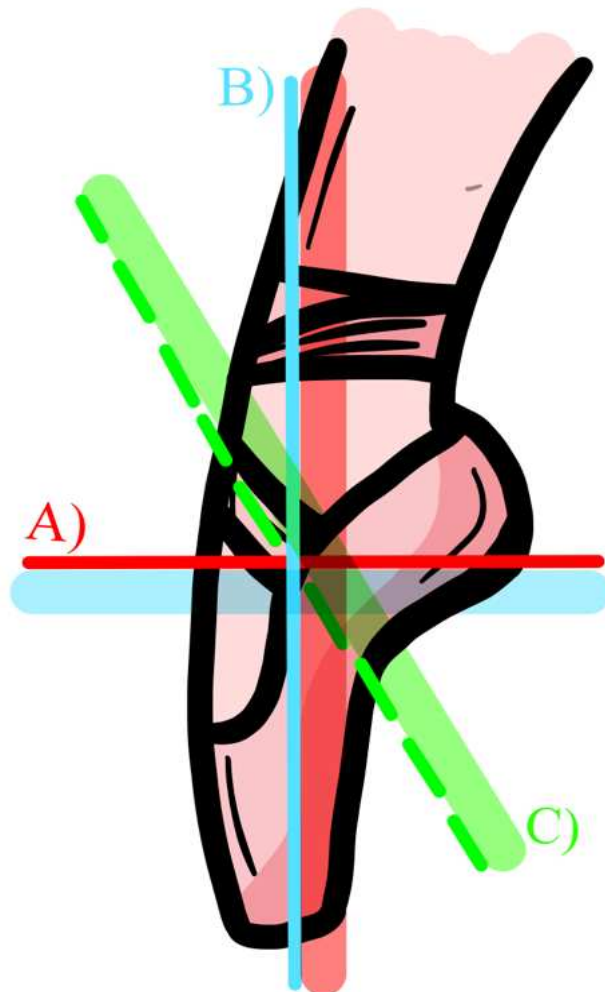
Figura 14. Tipos de pie.
A) Cuadrado. B) Egipcio. C) Romano. D) Griego. E) Celta.

Biomecánica de Miembro Inferior y su relación con la danza

Es posible comprender la biomecánica como una ciencia que estudia las fuerzas que producen movimiento en los seres vivos. Considera todos los elementos que aportan a la producción del movimiento, soporte anatómico, iniciación neuronal, percepción del entorno, etc. (Izquierdo, 2008).

A fin de poder aplicar la biomecánica es necesario recordar cómo se puede orientar el cuerpo en el espacio y la forma de estudiarlo. Para comenzar es importante recordar los ejes

y planos del movimiento, vectores que facilitan la observación de la persona. Los ejes son vectores lineales que atraviesan la estructura a evaluar para establecer un punto fijo desde el que se analiza el movimiento; son tres ejes: el anteroposterior, que atraviesa la estructura de adelante hacia atrás; el longitudinal, la línea recorre de arriba hacia abajo y el medio-lateral, atravesando de un lado al otro. Los planos surgen de la división del cuerpo relacionado a los ejes: coronal (anteroposterior), transversal (longitudinal) y sagital (medio lateral), como se muestra en la Figura 15. En el eje AP suceden movimientos de abducción y aducción, en el medio lateral flexo-extensiones y en el longitudinal rotaciones (Izquierdo, 2008; Neuman, 2016).



*Figura 15. Ejes y planos corporales.
A) Eje anteroposterior y plano coronal. B) Eje longitudinal y plano transversal. C) Eje medio-lateral y plano sagital.*

Conocer los planos y ejes en conjunto con los movimientos que permiten, brindan a las y los fisioterapeutas comprender las bases biomecánicas del movimiento que el bailarín ejecuta. Esto permite desarrollar analíticamente estrategias que mejoren la calidad del movimiento, a fin de prevenir lesiones o tratar adecuadamente las existentes.

Congruencia articular

Como ya se mencionó previamente, el cuerpo humano está conformado por huesos que se articulan entre sí, esta unión permite a las estructuras palancas de movimiento. Comprender cómo funciona cada palanca dentro de la interpretación del ballet, puede ayudar a comprender los riesgos y mecanismos de lesión, de igual manera soluciones para tratarlas.

Complejo pie-tobillo

El componente del miembro inferior que entra en contacto con la superficie sobre la que se está bailando es el pie. El pie tiene diversas funciones, entre ellas soportar el peso del cuerpo y permitir el desplazamiento sobre el escenario. En la fisiología normal, la zona posterior el pie (retropié) recibe la mayor parte de la carga del cuerpo (60%), sin embargo, en la danza al adoptar posturas como la media punta o punta el antepié asume la función de soporte del peso, además de las regulares de adaptación al terreno y propulsión del paso. Durante la media punta, el peso se descarga mayormente sobre las cabezas del primero y segundo metatarsiano. En cuanto a la posición de punta, el peso recae mayormente en el primer y segundo dedo, sobre las falanges. Comprendido esto es posible afirmar que el pie más adecuado para la punta es el pie cuadrado.

Las articulaciones del tobillo actúan en conjunto con el pie y su musculatura para mantener los arcos plantares a pasear de adoptar posturas diferentes a las normales. El conjunto pie-tobillo realiza 6 movimientos básicos: flexión dorsal. flexión plantar, pronación,

supinación, abducción y aducción. Integrando los movimientos básicos se obtienen los dos movimientos complejos: eversión (abducción, pronación y flexión dorsal) e inversión (aducción, supinación y flexión plantar).

La musculatura juega un papel importante en el mantenimiento y producción de las posturas. El tríceps sural es importante durante el *relevé* a media punta, específicamente el sóleo ayuda a mantener la posición de manera isométrica. El peroneo lateral y el tibial posterior favorecen al control de las posturas *en dehors* (Figura 16). La musculatura interósea, plantar y del dedo gordo, permite mantener la estabilidad en el antepié sin que se altere la estructura normal al cambiar de posición (Massó Ortigosa, 2012).



Figura 16. Posición *en dehors*.

Articulación de la rodilla

El complejo articular de la rodilla juega un papel importante en la movilidad del miembro inferior y en la carga del peso, sobre todo la articulación femorotibial. Por otra parte, la femororotuliana ayuda a brindar mayor superficie articular y potenciar la movilidad. Según Azevedo y colaboradores las y los bailarines presentan una mayor movilidad al momento de

aterrizar un salto en la rodilla y tobillo en comparación a personas que no realizan este ejercicio (Azevedo et al., 2020).

Cadera y relación con la rodilla

La articulación de la cadera es una de las más grandes y móviles del cuerpo. La estructura ósea propia de ella favorece la rotación eterna, al mismo tiempo que sus ligamentos la limitan para evitar lesiones. La cadera cuenta con 6 movimientos, todos utilizados para bailar: flexión, extensión, abducción, aducción, rotación interna y externa.

La musculatura de la cadera está íntimamente relacionada a la movilidad de la rodilla, ya que muchos de los músculos son biarticulares. En primera instancia, el cuádriceps juega papel como extensor principal de la rodilla y controla la posición de la rótula, mientras que el recto anterior apoya a la flexión de la cadera. El sartorio presenta funciones similares al cuádriceps, además de ayudar a la abducción, como en un *grand battement á la seconde*. Los aductores no ayudan solo a la aducción y fuerza simétrica, sino también a potenciar la rotación externa; así como los pelvitrocantéreos y el glúteo mayor, que también es el principal extensor. El tensor de la fascia lata y el glúteo medio ayuda a la estabilización de todo el miembro inferior, sobre todo en la monopdestación en el caso del glúteo medio. Finalmente el psoas es un músculo fundamental, debido a que ayuda a la flexión máxima de la cadera y a la rotación externa, favoreciendo muchos desplazamientos al bailar (Massó Ortigosa, 2012).

Riesgos articulares y de lesiones en el ballet

Debido a las distribuciones de peso anormales en el ballet, pueden ocurrir modificaciones estructurales y cambios morfológicos. En la media punta el peso puede generar una compresión sobre las estructuras articulares del pie, pudiendo ocasionar cambios en la posición de los huesos por los esfuerzos musculares. Respecto a la punta, los otros tipos de pie pueden adaptarse al uso de la punta sin riesgo, pero pueden presentar mayor

predisposición a ciertas alteraciones, como *hallux valgus* (varo excesivo del primer metatarsiano) o dedos en garra (adaptación de los ortejos al tamaño del primero para encajar en la caja de la punta) (Massó Ortigosa, 2012).

A nivel de la rodilla pueden presentarse o aumentarse alteraciones morfológicas como el *genu valgo* y *varo*, en valgo con mayor incidencia debido al aumento en la torsión tibial externa de la tibia en el *en déhors*. Este aumento en la torsión se debe a que el miembro inferior se mantiene constantemente en una contrafuerza entre la cadera hacia interno y el pie hacia externo en el ballet. Estos cambios pueden aumentar al momento de hacer flexión, como en un *demi-plié* o al momento de aterrizar un salto, siendo un mecanismo de lesión recurrente en las estructuras estabilizadoras de la rodilla. También, debido a las posturas mantenidas el cartílago de la articulación femororotuliana puede aumentar su presión, produciendo sensación de choque de la rótula contra el fémur aumentado y puede ser doloroso. Finalmente, el *genu recurvatum* (hiperextensión excesiva de la rodilla en reposo) puede ser recurrente, debido al hipertono que se desarrolla en el músculo cuádriceps (Harwood et al., 2018; Massó Ortigosa, 2012).

Por último, en la articulación de la cadera, en caso de una anteversión excesiva femoral ya existente, es posible que se compense, dificultando al bailarín un buen *en déhors*. Si se trabaja en exceso con el joven bailarín se le arriesga a sufrir lesiones por compensaciones en la tibia y el pie (Massó Ortigosa, 2012).

IV. Hipótesis

De Trabajo

Es eficaz la aplicación de un programa fisioterapéutico de pliometría para aumentar la potencia muscular (desplazamiento y capacidad del salto) durante el gesto deportivo "salto *saut de chat*" en bailarines de ballet clásico a corto plazo.

Nula

No es eficaz en el corto plazo la aplicación de un programa fisioterapéutico de pliometría para aumentar la potencia muscular durante el gesto deportivo "salto *saut de chat*" en bailarines de ballet clásico.

V. Objetivos

V.1 Objetivo general

Determinar cuál es la eficacia de un programa fisioterapéutico de pliometría para mejorar la potencia muscular durante el gesto deportivo "salto saut de chat" en el corto plazo en bailarines de ballet clásico.

V.2 Objetivos específicos

1. Registrar las variables sociodemográficas de antes de la aplicación del protocolo, tales como: edad y sexo.
2. Recolectar datos de variables biológicas previo a la aplicación del programa, tales como: peso, talla e índice de masa corporal.
3. Medir los cambios en la potencia muscular antes y después de la aplicación del programa de entrenamiento complementario, mediante la evaluación registrada en video del salto horizontal y vertical (Squat Jump Test).
4. Cuantificar antes y después del programa de pliometría el desplazamiento horizontal de la distancia entre el despegue y el aterrizaje, mediante la medición en centímetros captados en video; considerando que, a mayor potencia, mayor desplazamiento.
5. Medir los cambios en la potencia del salto cruzado para distancia (CHT) y en el salto horizontal único para distancia (SHT), mediante la evaluación presencial y de video.

VI. Material y métodos

VI.1 Tipo de investigación

Se define la presente investigación cómo un cuasiexperimento de tipo antes y después. Es cuasi experimental, puesto que únicamente habrá comparativa entre el mismo grupo experimental y se realizarán dos mediciones, una antes y otra después de la intervención. Es longitudinal, permitiendo que el estudio sea comparativo. Por último, es prospectivo e individual, desde el supuesto que se espera un cambio en la segunda medición de cada bailarín de ballet.

VI.2 Población o unidad de análisis

La población del estudio estuvo conformada por las y los bailarines que formen parte de la carrera de Arte Danzario en la Universidad Autónoma de Querétaro. Se les hizo invitación a participar específicamente a quienes estuvieran cursando la licenciatura con rama terminal de Ballet.

VI.3 Muestreo y tipo de muestra

Se hizo uso de un diseño de un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se les permitió a las y los bailarines decidir participar o no en el estudio, después de hacerles una invitación y convocatoria pública.

VI.3.1 Criterios de selección

Como criterios de inclusión se tomará en cuenta:

- Que tengan al menos cuatro años de preparación en ballet clásico.

- Que se esté en la rama terminal de Danza Clásica, con al menos 1 semestre en la licenciatura.
- Que sean mayores de 18 años.

Como criterios de exclusión, se considerará no incluir en el estudio a quienes presentan:

- Padecimientos graves de importancia (cardiopatías, hipertensión, enfermedades pulmonares, etc.) no controlados.
- Que, en caso de haber sufrido lesiones graves (esguinces grados II o III, fracturas, luxaciones con complicaciones en la reducción, etc.), en los últimos tres meses, haya requerido más de un mes de inmovilización y presente un dolor mayor a 5/10 en Escala Verbal Numérica al momento de saltar.
- Que pertenezcan a algún otro programa de entrenamiento complementario (pilates, pliometría, gimnasia, etc.) monitoreado por fisioterapeutas.

Por último, los criterios de eliminación serán por:

- Muerte.
- Lesión.
- Que no cumpla con el 50% de las sesiones planificadas.
- Que no se completen las evaluaciones.

VI.3.2 Variables estudiadas

El desglose de las variables que se estudiadas de desarrolla en la Tabla 6.

Tabla 6. Desglose de variables.

Variable Categoría	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
<i>Edad</i>	Tiempo que ha vivido una persona.	Se realizará entrevista y se cuestionará cuántos años cumplidos tiene al momento de la intervención.	años

<i>Sexo</i>	Sexo biológico asignado al nacer.	Se preguntará sexo asignado al nacer durante la entrevista.	1. Femenino 2. Masculino 3. NA
<i>Peso</i>	Cantidad de masa que alberga el cuerpo.	Durante la exploración física se registrará el peso antes de la intervención, como variable descriptiva para obtener IMC.	kg
<i>Talla</i>	Estatura de la planta del pie al vértice de la cabeza.	Durante la exploración física se registrará la talla antes de la intervención, como variable descriptiva para obtener IMC.	m
<i>IMC</i>	Método de evaluación para la categoría de peso.	Durante la exploración física se registrará el IMC antes de la intervención, a fin de relacionarlo con el riesgo de lesiones.	kg/m ²
<i>Fuerza en Salto Vertical (Squat Jump)</i>	Prueba estándar en deportistas, enfocada a medir la fuerza explosiva en un salto vertical.	Evaluación con video y medidas de cm que recorre al realizar la indicación del salto vertical con los pies juntos, antes y después de la intervención.	m
<i>Fuerza en Salto Horizontal</i>	Prueba estándar en deportistas, enfocada a medir la fuerza explosiva en un salto horizontal.	Evaluación con video y medidas de cm que recorre al realizar la indicación del salto horizontal con los pies juntos, antes y después de la intervención.	m
<i>Distancia Despegue-Aterrizaje</i>	Apoyo de los pies de acuerdo con la biomecánica del gesto deportivo.	Registró con video y medición de la distancia de diferencia entre el último apoyo del pie de despegue y el de aterrizaje del salto, antes y después de la intervención.	m
<i>Salto Cruzado para Distancia (CHT)</i>	Test de evaluación estándar para análisis de "salto cruzado para distancia". Donde se solicitan 3 saltos máximos cruzando entre dos líneas de separación de 15 cm., manteniendo 2 seg. el equilibrio en el último salto.	Registro del de la distancia entre cada salto y en total, antes y después de la intervención.	seg m
<i>Salto Horizontal Único para</i>	Test de evaluación estándar para el análisis del "salto horizontal único para	Registro de la distancia máxima del salto antes y después de la intervención	m

<i>distancia (SHT)</i>	distancia". Se solicitan varios saltos con distancia progresiva y al final 1 salto máximo con cada pierna.		
------------------------	--	--	--

VI.4 Técnicas e instrumentos

Los instrumentos que se utilizarán se aplicarán por medio de la valoración fisioterapéutica. Se hará uso de escalas estandarizadas que serán aplicadas: las Pruebas de Salto, las cuales se complementarán con una valoración funcional del gesto deportivo específico (salto *saut de chat*). Los instrumentos que se necesitan no generarán gasto adicional, ya que se cuenta con ellos y son: una cámara para la recolección de evidencia de saltos (previo y posterior a la aplicación del programa), una tabla de valores iniciales y finales, cinta métrica de 6 metros aproximadamente y un cronómetro (Menesi & Malerba, 2020). Estos valores se analizarán a fin de comprobar o no la eficacia de la aplicación de la pliometría como entrenamiento complementario en el ballet.

Las pruebas de salto (PS), serán utilizadas con la finalidad de evaluar la fuerza y capacidad explosiva del deportista. Planteadas en 1990, fue hasta el año 2011 en que Myer et al. las establecieron como batería de evaluación al establecer el formato de cuatro saltos utilizado (Figura 17). Dichos saltos son: el Test de Salto Único para Distancia (SHT), el salto triple para distancia, el Test de Salto Cruzado para Distancia (CHT) y el salto cronometrado por seis metros; los cuales se evalúan bajo la indicación previa de poca actividad física 24 horas antes, comenzando con la pierna no dominante en individuos sanos (Menesi & Malerba, 2020). En el presente protocolo únicamente se hará uso de las pruebas SHT y CHT, para las cuales se requiere la marcación de dos líneas paralelas entre ellas de 6 metros de distancia y 15 centímetros de separación. Las indicaciones correspondientes son: SHT “un salto máximo

hacia adelante, manteniendo el equilibrio 2 segundos en el último aterrizaje” y CHT “tres saltos máximos hacia adelante con la misma pierna cruzando los 15cm entre cada línea, manteniendo el equilibrio 2 segundos en el último aterrizaje”. La medición del aterrizaje es hasta el hallux y posteriormente se evalúa la otra pierna.

Se ha demostrado que las pruebas horizontales de salto son útiles en la correlación con la velocidad y la funcionalidad de los miembros inferiores en deportistas jóvenes. En dichos estudios se encuentra una correlación del SHT de 0.73-0.86. (Mauricio et al., 2017).

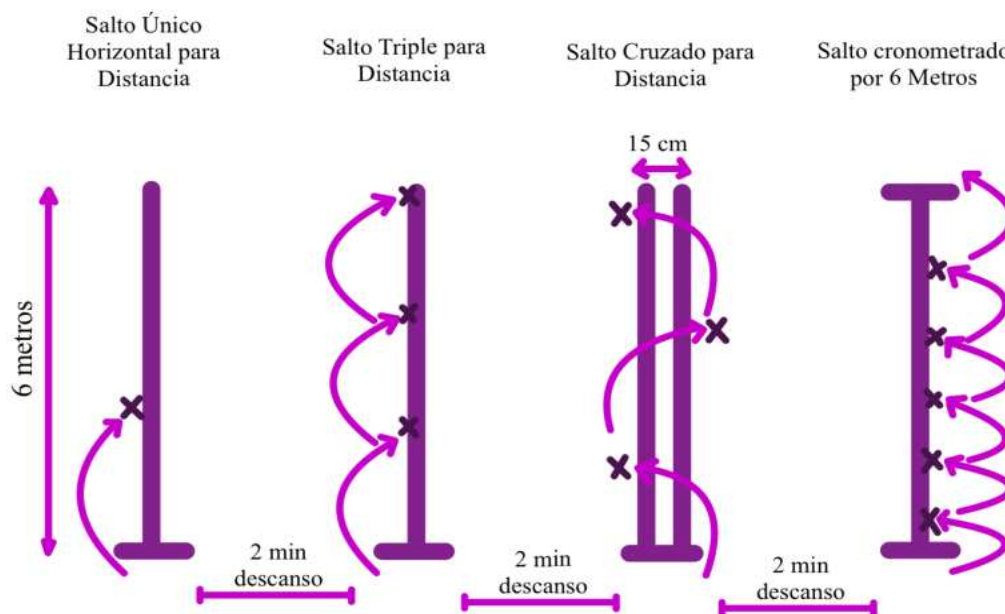


Figura 17. Batería de Evaluación Pruebas de Salto.

Se realizarán otras dos evaluaciones de salto, encaminadas directamente a la potencia pliométrica, el salto vertical y horizontal. El salto vertical consta de dos fases; la primera consiste en la marcación inicial de la altura máxima de la persona a evaluar, donde adoptará una posición erecta con pies apoyados juntos; posteriormente la segunda fase consta del salto a 20 cm de la pared, realizando un salto explosivo hacia arriba permitiendo movimientos del cuerpo sin despegar los pies, para finalizar midiendo la distancia entre ambas marcas (Figura 18-A). Por otra parte, el salto horizontal se realiza iniciando tras una marca en el piso, realizado

impulso y saltando explosivamente hacia adelante con los pies juntos, la medición final será el mejor de dos intentos con un descanso de 45 segundos entre cada uno (Figura 18-B).

En estudios recientes se ha establecido un coeficiente de validez y fiabilidad de la prueba de salto vertical en 0.78 y para el salto horizontal de 0.96, estableciendo dichas pruebas para la evaluación de la fuerza explosiva en miembros inferiores de las y los deportistas (Martínez López, 2011; Stošić et al., 2020).

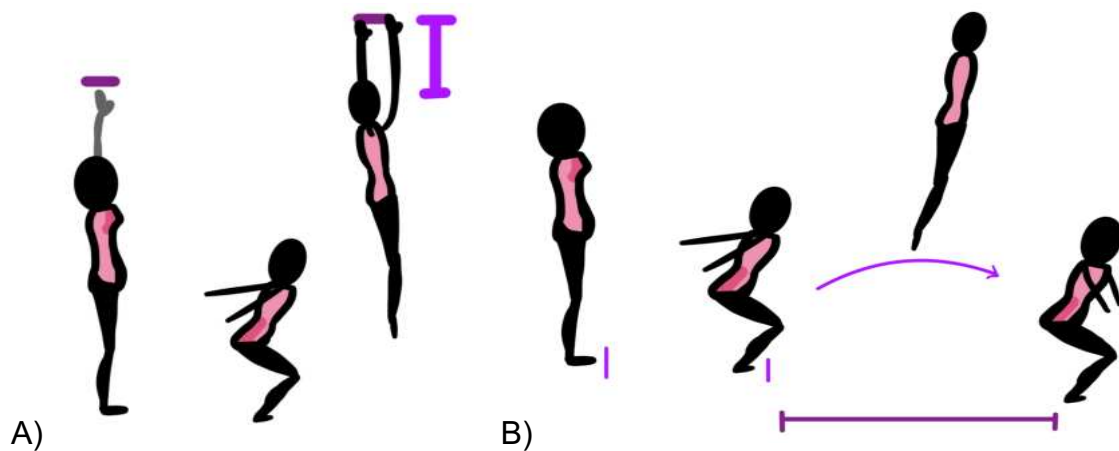


Figura 18. Pruebas explosivas de saltos.

Al no existir escalas estandarizadas para la valoración funcional de saltos en la danza, se optará por realizar mediciones funcionales las cuales se explican a profundidad en el apartado de procedimiento. Se realizará una grabación con dos tomas, lateral y frontal, de la o el bailarín realizando el salto “saut de chat”. La indicación será realizar el salto con la pierna sana hacia el frente o la dominante en individuos sanos, manteniendo una correcta alineación de las cinturas y aterrizando inicialmente con el miembro inferior frontal siendo alcanzado por el posterior y manteniendo la posición de aterrizaje 3 segundos.

El registro de las mediciones se utilizará para realizar una comparativa entre una evaluación inicial y una final, tras la aplicación del programa pliométrico.

VI.5 Procedimientos

Aplicación de programa

Se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Artes de la Universidad Autónoma de Querétaro, ubicada en Hidalgo Poniente S/N Centro Universitario, C.P. 76010, Santiago de Querétaro. Una vez que el protocolo fue autorizado por el Comité de Investigación de la Facultad de Enfermería, se acudió a la Facultad de Artes para solicitar autorización de su aplicación.

La presente investigación se realizó comenzando por la selección de la población, invitándoles a participar y obteniendo el consentimiento informado en el que se les expondrá a las y los participantes, los criterios de selección, los riesgos y beneficios del estudio. Se explicó que el proyecto no presenta riesgos que atenten contra la integridad de los participantes, ya que es una investigación de riesgo mínimo; sin embargo, en caso de cualquier incidente los investigadores se comprometen a brindar la atención oportuna y eficiente, además de facilitar información para prevenir estos altercados. Posterior a la selección de participantes se acordaron los horarios para la aplicación del programa previamente establecido por los investigadores (Tabla 7), así como la duración de su aplicación.

Tabla 7. Planeación del programa fisioterapéutico de pliometría.

Duración: 7 semanas	Sesiones: 2 veces por semana (10 sesiones aproximadamente) Lunes y Miércoles de 19:30-20:00
Tiempo de Entrenamiento: 20 minutos + calentamiento y enfriamiento (30-40 minutos en total)	
Calentamiento (10-15 minutos)	
Se busca aumentar FC, temperatura corporal, involucrar músculos y tejidos blandos a utilizar y disminuir la viscosidad de los líquidos articulares	
<ul style="list-style-type: none">• Movilización articular general de cefálico a caudal en el rango articular completo (cabeza, hombro, codo y muñeca), 15 segundos por articulación• Trabajo de movilidad en decúbito supino de cadera, rodilla y tobillo• Trote ligero en su lugar, por intervalos progresivos (20, 30, 40, 50 segundos y 1 minuto), con descanso 15 segundos entre cada uno• Recuperación de FC por 1 minuto	

Programa de Pliometría (20-30 minutos)						
Intensidad: Baja-Media Media-Alta Alta						
S1 5-9 feb	S2 12 y 14 de feb	S3 19 y 21 de feb	S4 26 y 29 de feb	S5 4 y 6 de mar	S6 11 y 13 de mar	S7 (18-22 mar)
VAL						
	•Paso tipo Yogi A y B (1 serie de 2 minuto c/u) •Hop (10 reps izquierdo y derecho) x2 series (una en su lugar, la otra avanzando) •Jump Squat sobre piso (10 reps) x3 series •Skip desde desplante (10 reps derecho e izquierdo) x2 series <i>110 contactos</i>	•Paso tipo Yogi A y B (1 series de 2 minuto c/u) •Jump Squat con flexión máxima de cadera (10 reps) x3 series •Jump Goblet Squat a Zumo Squat (10 reps) x2 series •Skip desde lounge (10 reps derecho e izquierdo) x2 series •Hop (10 reps izquierdo y derecho) x2 series (en su lugar) <i>130 contactos</i>	•Paso tipo Yogi A y B (1 series de 2 minuto c/u) •Jump Squat con flexión máxima de cadera (10 reps) x2 series •Jump Goblet Squat a Zumo Squat (10 reps) x2 series •Skip desde lounge (10 reps derecho e izquierdo) x2 series •Hop (10 reps izquierdo y derecho) x1 serie (en su lugar) •Bound lunges intercalados entre cada pierna, cambio en el aire (10 reps) x2 series <i>140 contactos</i>	•Paso tipo Yogi A y B (1 serie de 2 minuto c/u) •Jump Squat con descenso de escalón (10 reps) x2 series •Jump Goblet Squat a Zumo Squat (12 reps) x2 series •Skip desde lounge (10 reps derecho e izquierdo) x2 series •Bound lunges intercalados entre cada pierna, cambio en el aire (12 reps) x2 series •Hop (10 reps izquierdo y derecho) x2 serie (avanzando) <i>144 contactos</i>	•Paso tipo Yogi A y B (1 serie de 2 minuto c/u) •Jump Squat con descenso de escalón (10 reps) x2 series •Jump Goblet Squat a Zumo Squat (12 reps) x2 series •Skip desde lounge (12 reps derecho e izquierdo) x2 series •Bound lunges intercalados entre cada pierna, cambio en el aire (12 reps) x2 series •Hop (10 reps izquierdo y derecho) x2 serie (avanzando) <i>156 contactos</i>	
						RE-VAL
<p>Descanso de 20 segundos entre cada serie y 40 segundos entre cada tipo de ejercicio. Monitoreo constante de la fatiga con Escala de Borg, si aumenta de 7 puntos, revisar FC; si la FC sobrepasa el 80% de la FC_{max}, suspender la sesión.</p> <p style="text-align: center;">*Aumentar el número de repeticiones en caso de aumento de resistencia.</p>						
Enfriamiento (10-15 minutos)						
<p>Se busca recuperar FC y disminuir la tensión en la musculatura trabajada, así como mantenimiento del rango de movimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de ejercicios ventilatorios en supino, 10 ventilaciones • Trabajo de gimnasia abdominal hipopresiva, 5 repeticiones con apnea de 5 segundos • Estiramiento cuádriceps: medio split con flexión de rodilla (resistencia 5 segundos asistida con pare y relajación 20, 3 repeticiones) • Estiramientos isquiotibiales: medio split con codos al piso (resistencia 5 segundos asistida con pelota y relajación 20, 3 repeticiones) • Estiramientos aductores: split en segunda (resistencia 5 segundos de la gravedad y relajación 20, 3 repeticiones) • Estiramientos abductores: posición de paloma (resistencia 5 segundos de la gravedad y relajación 20, 3 repeticiones) • Estiramiento de tríceps sural: relajación recargando sobre la pared (resistencia 5 segundos de la gravedad y relajación 20, 3 repeticiones) 						

Una vez autorizada y establecida la población se inició con la primera evaluación que consistió en la aplicación de los instrumentos de medición y una valoración funcional del salto. Donde se midieron las variables del desplazamiento horizontal de la distancia (cm) que recorre

el o la bailarina de su último punto de apoyo antes del despegue y su primer apoyo al aterrizaje en el salto *saut de chat*.

Posteriormente, se aplicó el programa de pliometría (Tabla 7). Para finalizar con una segunda valoración a fin de comparar los resultados obtenidos (Figura 19).

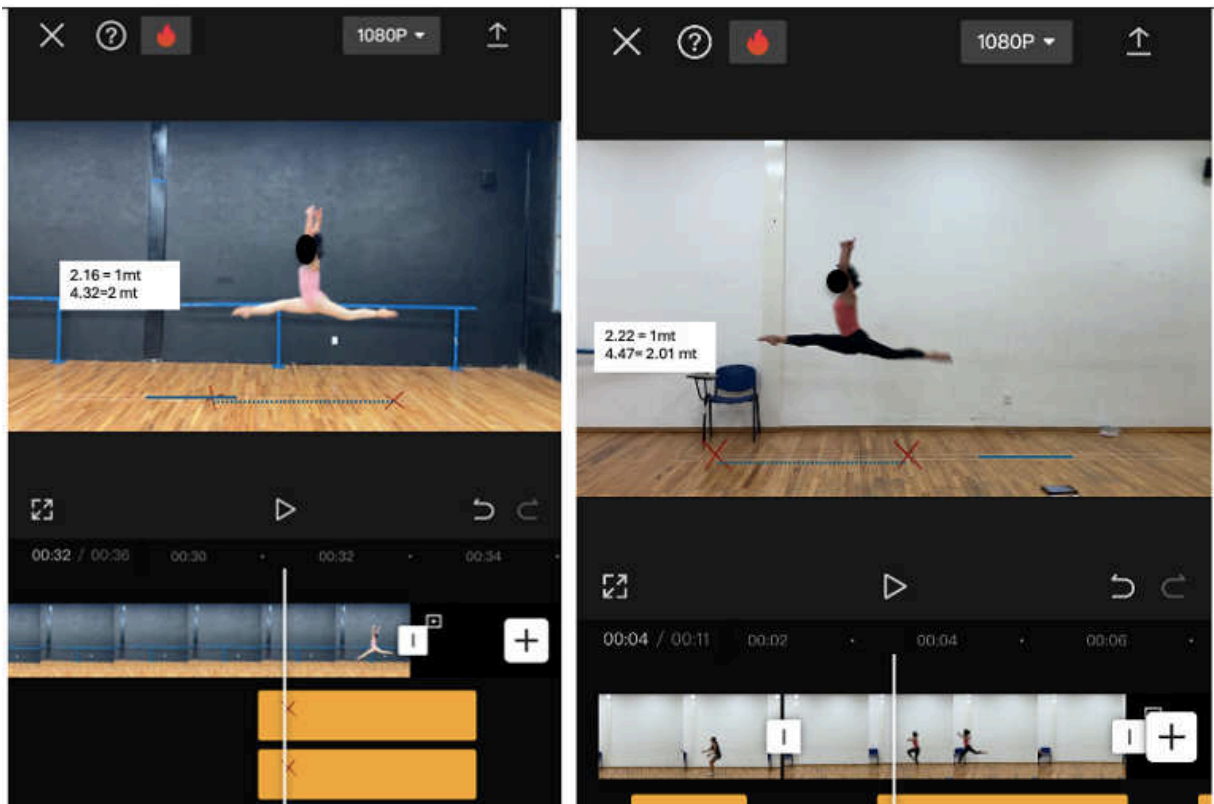


Figura 19. Valoración inicial y re-valoración de la longitud Despegue-Aterrizaje (DA) en el salto *Saut de Chat*.

Recursos

Para los recursos humanos se considera a todas las personas que formaron parte de la aplicación del protocolo. Se cuenta con la participación de la investigadora, las y los bailarines a quienes se les aplicará el programa, y los investigadores y asesores del trabajo de fin de grado. Dentro de los recursos materiales, se usó una cámara de video, una laptop, cinta métrica, cronómetro y escalones de altura. Y, por último, para los recursos físicos, se considera el uso de las instalaciones de la Facultad de Artes de la Universidad Autónoma de Querétaro.

VI.5.1 Análisis estadístico

El análisis estadístico consto de dos partes la primera parte se abordó un análisis descriptivo y para la segunda una fase inferencial.

En la primera parte se realizó una descripción univariada, utilizando el promedio y desviación estándar (Tabla 8); de la misma manera se realizó una descripción multivariada mediante el análisis de componentes principales.

Tabla 8. Análisis univariado.

Variable	n	Pre-Intervención (m)	Post-Intervención (m)	Estadístico t	p valor
<i>SHTd</i>	7	1.35 ± 0.22	1.70 ± 0.27	-4.38	0.0046
<i>SHTi</i>	7	1.65 ± 0.26	1.79 ± 0.26	-4.70	0.0033
<i>CHT</i>	7	3.10 ± 0.73	4.31 ± 0.58	-4.48	0.0042
<i>SH</i>	7	1.38 ± 0.22	1.79 ± 0.20	-3.08	0.0214
<i>SV</i>	7	0.36 ± 0.04	0.42 ± 0.04	-6.17	0.0008
<i>DA</i>	7	1.11 ± 0.32	1.60 ± 0.32	-2.18	0.0720

Para la fase inferencial se validó la distribución de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk confirmado que la mayoría de los datos siguen una distribución normal posterior a esto se realiza la prueba t de muestras pareadas para evaluar las diferencias entre la pre-intervención y la post-intervención.

Todo el análisis estadístico fue realizado por medio de Python (versión 3.9.6) de la misma para la presentación de los resultados se contempló la utilización de tablas y figuras que permitan el describir estadísticamente los datos obtenidos y como se comportaron las variables (SHT, CHT, SV, SH) antes y después del programa de pliometría. Por último, el p valor se estableció en $p < 0.05$.

VI.5.2 Consideraciones éticas

En cuanto a la validación ética del proyecto, se fundamenta en los Códigos de Ética existentes. Haciendo uso de la Declaración de Helsinki, el Código de Nuremberg y la Ley General de Salud.

Para comenzar, la Declaración de Helsinki permitirá a los investigadores tener como prioridad el bienestar de la persona que participará durante el proyecto, protegiendo la vida, la salud, la dignidad, la integridad y mantener en total confidencialidad de la información personal. Describiendo de manera clara y justificada las intervenciones que se llevarán a cabo, apelando que su revisión será bajo el comité de ética para la aplicación de las leyes y reglamentos vigentes de nuestro país (Asamblea General, 2008).

Por otra parte, basado en el Código de Nuremberg, se hará saber a las y los participantes que el consentimiento informado es voluntario y esencial para poder llevar a cabo el proyecto. Dicho documento ayudará a hacer de su conocimiento y comprensión a los involucrados sobre su participación, así como evitar situaciones de sufrimiento físico o mental durante la aplicación. De igual manera, informar que el protocolo será aplicado por estudiantes de fisioterapia calificados y exponer los beneficios que la investigación puede brindar a la sociedad (Tribunal Internacional de Núremberg, 1947).

De igual manera, respecto a la Ley General de Salud en Materia de Investigación, el título Quinto en el artículo 96°, permitirá, a tanto investigadores como bailarines, obtener conocimiento de la eficiencia de la aplicación del programa de pliometría en su desempeño en el ballet para la prevención de lesiones y brindará un nuevo método práctico de aplicación de la fisioterapia en la danza. Conforme al artículo 100°, se informa, que se busca encontrar un resultado positivo de la aplicación del programa, sin causar ningún efecto o riesgo negativo sobre la salud. Considerando que al firmar el consentimiento informado se ha hecho de su

conocimiento los posibles riesgos, así como la descripción de la investigación, su acceso a servicios sanitarios de emergencia y que será ejecutado por profesionales de la salud. Finalmente, de acuerdo con el artículo 17° de la Ley, se determina que el presente proyecto es una investigación con riesgo mínimo (Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, 2014).

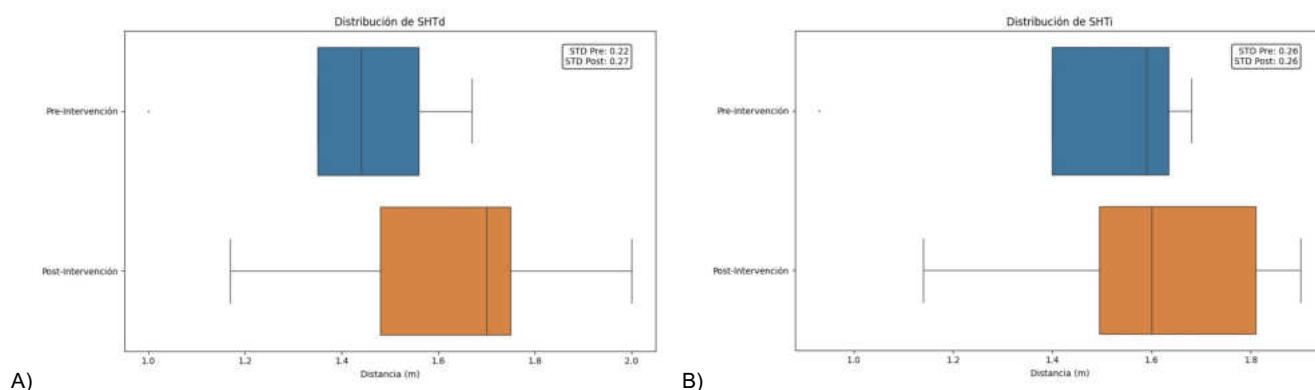
VII. Resultados

En el registro inicial de datos la muestra constaba de 9 participantes; tras la aplicación de criterios de exclusión y eliminación, la muestra se redujo a un total de 7 personas. De los 7 participantes, se encontraban 6 mujeres y 1 hombre, todos dentro del rango de edad 18 a 24 años. En cuanto a las variables biológicas que se recolectaron previo a la aplicación del programa, se hizo registro del peso, la talla y el Índice de Masa Corporal (IMC). Las medias, mediana y desviación estándar de los valores sociodemográficos y biológicos se concentran en la Tabla 9.

Tabla 9. Registro de Variables sociodemográficas y biológicas.

Variable	n	Mediana (m)	Promedio (M)	Desviación Estándar
Sexo	7	2	1.9	4
Edad	7	21	20.9	2.1
Peso	7	53	57.4	15.3
Talla	7	1.61	1.63	0.07
IMC	7	20.4	20.2	1.50

En los gráficos de bigote se sugiere que el programa de pliometría tuvo un efecto positivo significativo en las distancias de salto cruzado (CHT) (Figura 20-C) y salto horizontal con dominancia derecha (SHTd) (Figura 20-A). Aunque las mejoras en las medianas de otras variables no fueron tan marcadas, se observó una mayor consistencia en el rendimiento post-intervención.



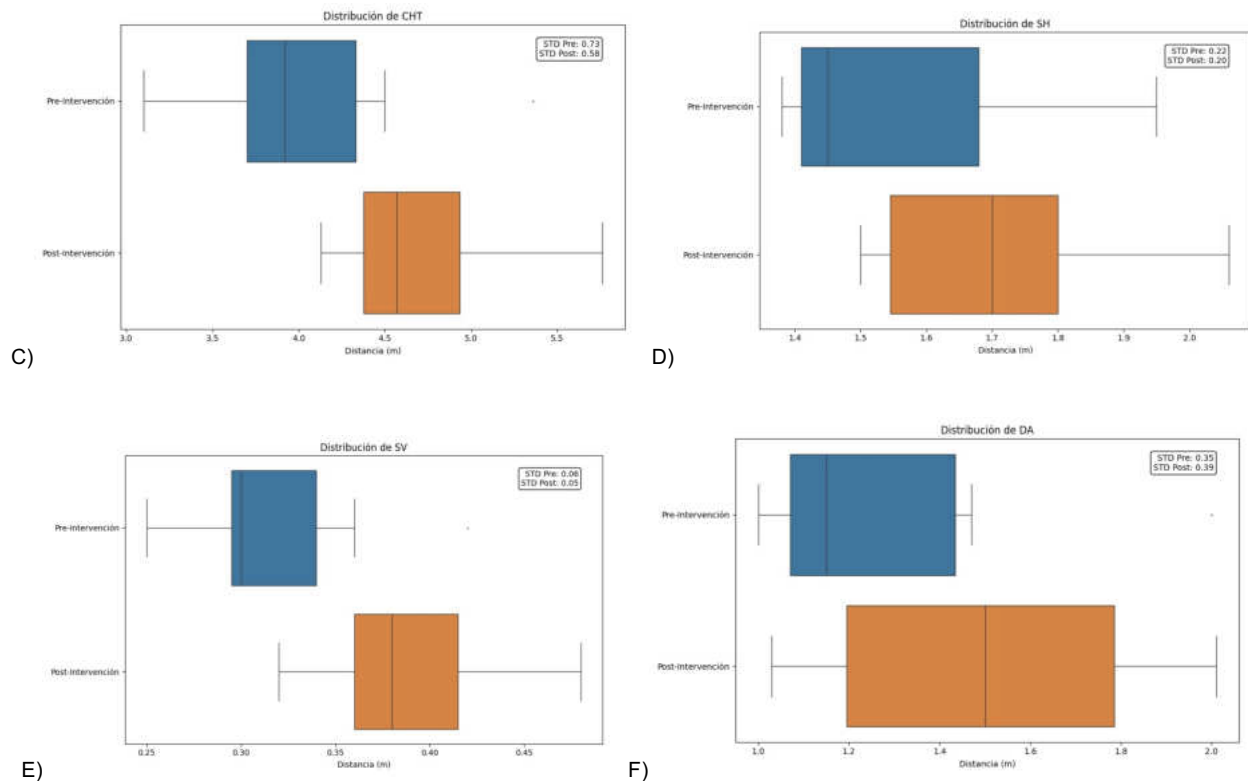


Figura 20. Gráficas de bigotes de cada variable.

En la gráfica del análisis de componentes principales (Figura 21) los puntos azules representan los datos pre-intervención y los puntos verdes representan los datos post-intervención. Se observa que hay una cierta separación entre los puntos pre y post-intervención en el espacio de las componentes principales, lo que sugiere que hay diferencias en las características medidas antes y después de la intervención. Los vectores rojos indican la dirección y la importancia de las variables originales en el espacio de las componentes principales. Cuanto más largo es el vector, más contribuye esa variable a la variabilidad capturada por las componentes principales.

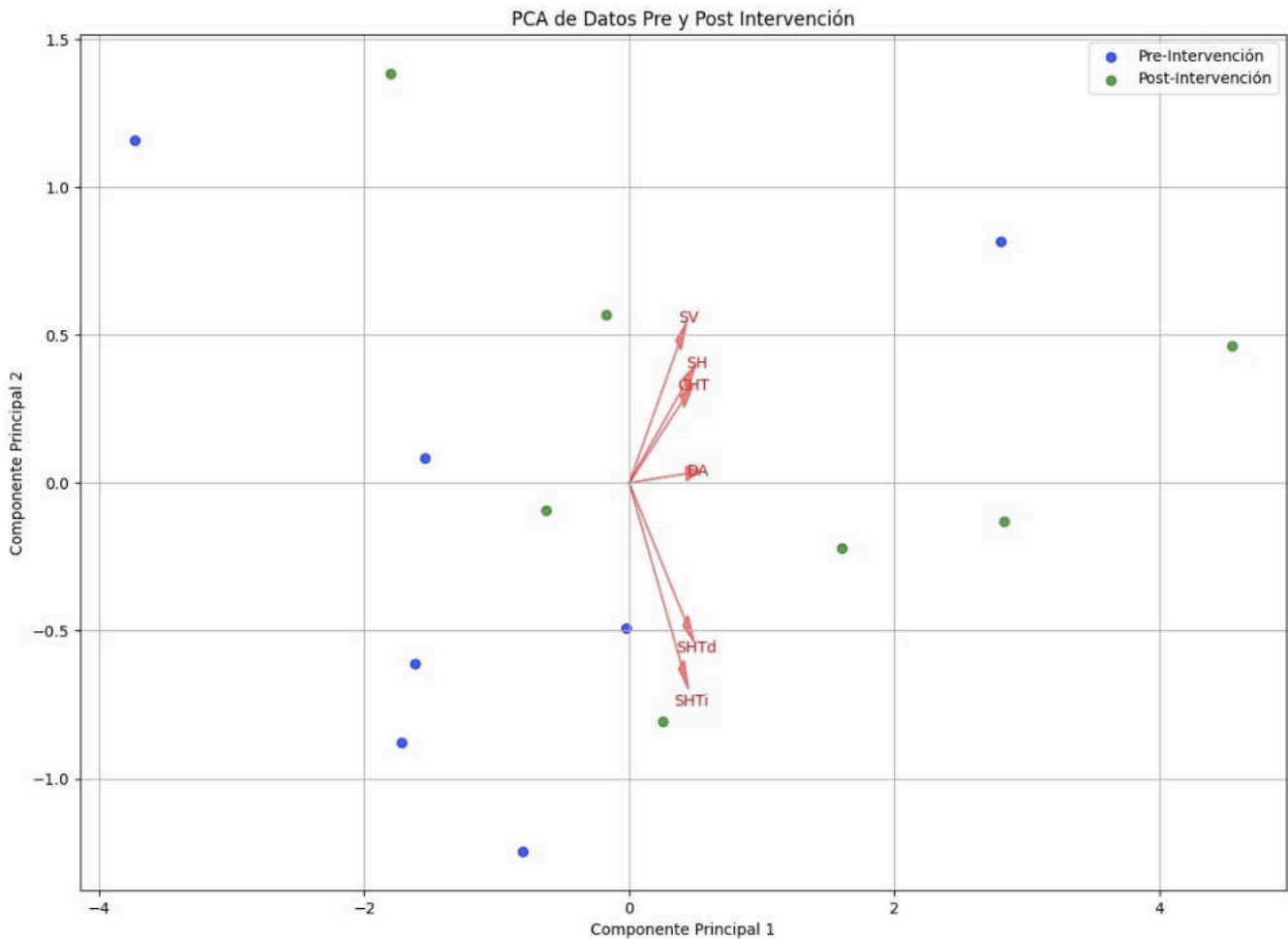


Figura 21. Gráfica de componentes principales.

Es notable que los puntos post-intervención tienden a agruparse más cerca de ciertos vectores, como SV y SH, lo que indica que estas variables tienen un mayor impacto en los datos post-intervención. Los puntos azules pre-intervención parecen estar más dispersos y menos influenciados por los vectores de SV y SH. El análisis de componentes muestra que hay diferencias significativas entre las condiciones pre y post-intervención, con algunas variables teniendo una mayor influencia en los datos post-intervención. La intervención parece haber tenido un efecto en las variables medidas, como lo indica la separación de los puntos en el espacio de las componentes principales.

Para el análisis inferencial cinco de las seis variables (SHTd, SHTi, CHT, SH, y SV), los resultados indican que hay diferencias significativas en las mediciones antes y después de la

intervención. Esto sugiere que la intervención tuvo un impacto significativo en estas áreas. Sin embargo, para la variable DA, el valor p no es menor que 0.05 (Tabla 8), lo que indica que no se puede concluir que hay una diferencia significativa en la distancia de despegue-aterrizaje después de la intervención. Es posible que se necesiten más datos o una intervención diferente para mejorar significativamente esta habilidad, ya que los resultados actuales no muestran una mejora significativa.

VIII. Discusión

La presente investigación demostró resultados positivos en el incremento de la potencia muscular durante los saltos. Estos resultados pueden utilizarse para determinar la efectividad y su aplicabilidad como entrenamiento complementario en la danza.

De las diferentes variantes estudiadas las que tuvieron un aumento más significativo fueron el Test de Salto Único para Distancia con el miembro inferior derecho (Single Leg Hop Test: SHTd) y el Test de Salto Cruzado para Distancia (Crossed Hop Test: CHT). Como se había mencionado previamente, según Ambegaonkar y colaboradores, el aumento en los valores del Salto Único para Distancia puede servir de predictor e indicador de riesgo de lesiones; a mayor valor y capacidad de salto, menor riesgo de lesiones al momento del aterrizaje o despegue (Ambegaonkar et al., 2018). Otro factor importante para considerar en estas variables es que el Salto Cruzado para Distancia se evaluó únicamente con la pierna dominante de las y los bailarines, que en su mayoría era el miembro inferior derecho; esto podría relacionarse con el aumento significativo en el Salto Único en el impulso derecho y no tanto con el izquierdo, ya que la dominancia permite contar con un mayor control y capacidad del salto. Sin embargo, es posible considerar esta diferencia de efectividad respecto a la lateralidad, ya que contar con un miembro más débil que el otro en una disciplina que utiliza ambos podría llegar a considerarse como un factor de riesgo para el hemicuerpo con menor fuerza.

Por otra parte, un resultado destacable fue el poco aumento en la evaluación de la distancia entre el despegue y el aterrizaje al momento del gesto deportivo “salto *saut de chat*”. A pesar de que individualmente la mayoría de las personas evaluadas tuvieron un aumento en la distancia recorrida, al momento del análisis y estadístico no se reflejó como un resultado significativo por lo que no es posible interpretarlo como directamente funcional al aumento de la potencia de ese salto. Considerando que esta evaluación es directamente la valoración del

gesto deportivo de interés es importante evaluar por qué no resultó significativo a diferencia de las demás variables. Tomando en cuenta que la biomecánica del salto que no es únicamente hacia adelante, pero también hacia arriba (Ambegaonkar et al., 2021; Blanco et al., 2021); se puede replantear la idea de medir el salto únicamente en su desplazamiento horizontal, pero también vertical, considerando la altura que alcanza el centro de gravedad. También se cree que es importante evaluar no solo cuantitativamente el desempeño durante el salto (desplazamiento en metros); pero también que es posible evaluarlo cualitativamente, ya sea con instrumentos de evaluación directamente del ballet respecto a la calidad del salto o con una evaluación biomecánica más extensa, considerando factores como la alineación de las cinturas escapular y pélvica, elongación de miembros inferiores y control o estabilidad del tronco.

De acuerdo a lo planteado por Girón y colaboradores es posible (Girón-Tamayo et al., 2017), los efectos de la pliometría aplicados al deporte son positivas a la potenciación de las capacidades físicas. Como ya se había mencionado anteriormente, la potencia al momento de saltar y la capacidad de cambios de dirección son importantes al realizar grandes saltos en la danza; el proyecto demostró ser eficaz en el aumento de la potencia. Se cree que una intervención más constante puede ayudar al desarrollo y potenciación de aún más habilidades. Además, este tipo de entregamientos promueve un entrenamiento más completo y multidisciplinar, pudiendo cubrir las deficiencias de la preparación en ballet clásico, como planeta Faulkner y colaboradores (Faulkner, 2021).

Con lo antes mencionado, queda la posibilidad de realizar mayor investigación sobre el tema. Se sugiere la integración de programas más completos que incluyan la potenciación de dos o más capacidades físicas. Esto con el fin de obtener resultados más completos y que beneficien en conjunto los gestos deportivos del ballet.

IX. Conclusiones

Tras finalizar la aplicación y evaluación del proyecto es posible concluir que los objetivos e hipótesis de trabajo fueron alcanzados. La hipótesis se cumplió, ya que, de acuerdo con los resultados, la aplicación del programa si aumentó la potencia durante las pruebas de salto que se evaluaron. De igual manera el objetivo general fue alcanzado, comprobando que en el corto plazo un programa de pliometría es eficaz como entrenamiento complementario a la danza; al igual que los objetivos específicos de recolección de datos, se cumplieron.

Es importante destacar, que los resultados obtenidos brindarán información sumamente útil para todas las personas involucradas en al ámbito de la danza clásica. Para las y los bailarines se establecen antecedentes y recomendaciones para a la importancia de complementar su entrenamiento. En cuanto a entrenadores y maestras, además de recalcar la imperatividad de una preparación adecuada para el ballet como deporte, se brindan posibles estrategias que les pueden ser de utilidad al momento de elaborar entrenamientos que complementen la práctica de las y los bailarines. Por último, la revisión de mayor impacto del proyecto está dirigida a las y los fisioterapeutas, ya que se visibiliza la importancia de su participación en el equipo multidisciplinar en la preparación, prevención e intervención del ballet

Finalmente, considerando al ballet como un deporte, este tipo de investigaciones abren una ventana de oportunidad para mayor investigación de la danza como un deporte que debe contar con un equipo multidisciplinar que pueda potenciar todas las capacidades de las y los bailarines para mejorar aún más su desempeño de la danza.

IX. Propuestas

Una vez estudiado y analizado todo lo anterior y concluir la que la investigación cumplió su objetivo e hipótesis. Es posible evaluar las áreas de oportunidad del proyecto, a fin de que en futuras intervenciones sea aún más eficiente.

Se considera importante la evaluación y mejora de las estrategias para la evaluación del gesto deportivo evaluado, ya que al ser un tipo de paso específico de la danza cuenta con especificaciones biomecánicas que deberían ser consideradas más a profundidad en futuras evaluaciones a fin de poder identificar si los resultados de aumento son significativos o no. Esto con el objetivo de obtener resultados que se muestren representativos en la interpretación de datos.

Por otra parte, se sugiere la posibilidad de planear este tipo de talleres con mayor antelación, ya que la participación por parte de los estudiantes fue mínima y la muestra pequeña. Con la finalidad de obtener resultados que sean predictores para toda la población, es necesario contar con una muestra más grande y que asista a todas las sesiones, por esto se plantea la posibilidad de en futuros estudios contar con una planeación más profunda que cuente con una mejor promoción del proyecto y, por ende, mayor participación.

Por último, se sugiere enfocar la potenciación en ambos hemicuerpos, haciendo énfasis en igualar la fuerza y potencia en ambos miembros inferiores. Esto, para regular la funcionalidad y evitar la presencia de un miembro inferior más débil o dominante que el otro, enfocando futuras intervenciones en igualar la potencia y estabilidad en las piernas. Esperando que la regulación disminuya el riesgo de lesiones en el “hemicuerpo débil”.

X. Bibliografía

- Ambegaonkar, J. P., Chong, L., & Joshi, P. (2021). Supplemental Training in Dance. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 32(1), 117-135.
<https://doi.org/10.1016/j.pmr.2020.09.006>
- Ambegaonkar, J. P., Schock, C. S., Caswell, S. V., Cortes, N., Hansen-Honeycutt, J., & Wyon, M. A. (2018). Lower Extremity Horizontal Work But Not Vertical Power Predicts Lower Extremity Injury in Female Collegiate Dancers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(7), 2018-2024. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002576>
- Angioi, M., Metsios, G., Twitchett, E. A., Koutedakis, Y., & Wyon, M. (2012). Effects of Supplemental Training on Fitness and Aesthetic Competence Parameters in Contemporary Dance: A Randomised Controlled Trial. *Medical Problems of Performing Artists*, 27(1), 3-8. <https://doi.org/10.21091/mppa.2012.1002>
- Asamblea General. (2008). *DECLARACION DE HELSINKI DE LA ASOCIACION MEDICA MUNDIAL Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (59º)*.
- Azevedo, A. M., Oliveira, R., Vaz, J. R., & Cortes, N. (2020). Oxford foot model kinematics in landings: A comparison between professional dancers and non-dancers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(4), 347-352.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.10.018>
- Biernacki, Jessica. L., Stracciolini, A., Fraser, J., Micheli, Lyle. J., & Sugimoto, D. (2018). Risk Factors for Lower-Extremity Injuries in Female Ballet Dancers: A Systematic Review. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 31(2), 64-79.
<https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000707>
- Blanco, P., Nimphius, S., Seitz, L. B., Spiteri, T., & Haff, G. G. (2021). Countermovement Jump and Drop Jump Performances Are Related to Grand Jeté Leap Performance in Dancers

With Different Skill Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3386-3393. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003315>

Boyle, M. (2017). *El Entrenamiento Funcional aplicado a los Deportes (2ª)*. Tour S.A.

Calero, P. A., Camargo, C. A., Crespo, L. C., Palma, L. H., Martínez, M., Muñoz, L., & Rosero, M. (2018). *Elementos Básicos de la Rehabilitación Deportiva: Vol. II* (Edward Javier Ordoñez). Universidad Santiago de Cali.

Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión. (2014). *Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf

Corrales, A., Mena, M., García, J. J., & López, R. (2017). Prevención de las principales lesiones en la danza y mecanismos de producción. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología.*, 2(1), 239. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v2.936>

Díaz, D., Robert, R., & Asin, M. (2019). *Revisión. Referentes teóricos del desarrollo de la saltabilidad en la categoría 7-8 años de Gimnasia Artística*. 15(3), 191-202.

DiPasquale, S., & Wood, M. (2017). The effect of classical ballet and contemporary dance training on hip extensor flexibility and strength in novice dancers: A pilot study. *Performance Enhancement & Health*, 5(3), 108-114. <https://doi.org/10.1016/j.peh.2016.11.003>

Ekegren, C. L., Quested, R., & Brodrick, A. (2014). Injuries in pre-professional ballet dancers: Incidence, characteristics and consequences. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 271-275. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.07.013>

Faulkner, E. (2021). Choreography-Specific Cross-Training and Conditioning Programs. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 32(1), 103-115.

<https://doi.org/10.1016/j.pmr.2020.09.003>

Girón-Tamayo, M. C. M., Fernández-Moreno, J. E., & Muelas-Matos, M. L. (2017). Revisión: Los ejercicios pliométricos y su influencia en el desarrollo de la fuerza explosiva en atletas de balonmano. *Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma.*, 14(45), 137-151.

Green, J. (2018). *Dance Anatomy* (2nd ed.). Human Kinetics. <https://lccn.loc.gov/2017019005>

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., & Mikulic, P. (2021). Effects of plyometric vs. resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(5), 530-536. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.010>

Haas, J. G. (2018). *Dance anatomy* (Second edition). Human Kinetics.

Harwood, A., Campbell, A., Hendry, D., Ng, L., & Wild, C. Y. (2018). Differences in lower limb biomechanics between ballet dancers and non-dancers during functional landing tasks. *Physical Therapy in Sport*, 32, 180-186. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.05.005>

Izquierdo, M. (2008a). *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. Médica Panamericana.

Izquierdo, M. (2008b). *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. Médica Panamericana.

Jiménez, D. F., Salicetti Fonseca, A., & Jiménez Díaz, J. (2018). Efecto del Entrenamiento Pliométrico en la Fuerza Explosiva en Deportes Colectivos: Un metaanálisis. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 16(1), 27752. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v16i1.27752>

Latarjet, M., & Ruíz, A. (2011). *Anatomía Humana* (4ª). Médica Panamericana.

Mantilla, J. I. A. (2018). Fisioterapia y su rol en el alto rendimiento: Una revisión sistemática de la literatura. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*,

7(1). <https://doi.org/10.24310/riccafd.2018.v7i1.4853>

- Marieb, E. N. (2008). *Anatomía y Fisiología Humana* (9a ed.). Pearson Educación.
- Martínez López, E. J. (2011). *Pruebas de aptitud física* (2a. Ed.). Editorial Paidotribo México.
- Massó Ortigosa, N. (2012). *El Cuerpo en la Danza: Postura, movimiento y patología* (1ra ed.). Paidotribo.
- Mauricio, C. A. O., Negrete, M. J. S., & Araya, M. J. N. (2017). *Correlation of Hop test with Speed at thirty meters test in infants between ten and twelve years of a private school in Santiago de Chile* *Correlación del Single Hop Test con la prueba de Velocidad en treinta metros en infantes entre diez y doce años de un colegio privado de Santiago de Chile*.
- Menesi, L., & Malerba, L. A. M. (2020). Pruebas de salto. *Argentinian Journal of Respiratory & Physical Therapy*, 2(2), 52-55. <https://doi.org/10.58172/ajrpt.v2i2.111>
- Neuman, D. (2016). *Cinesiología del Sistema Musculoesquelético. Principios de la Rehabilitación*. (3ª). Mosby.
- Pérez, A. M., Castaño, B., & Mayordomo, R. (2016). Relación entre la fórmula digital y las deformidades del antepié en una población joven. *European Journal of Podiatry / Revista Europea de Podología*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.17979/ejpod.2016.2.1.1363>
- Ramírez, R., García, A., Moran, J., Chaabene, H., Negra, Y., & Scanlan, A. T. (2022). The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball players: A meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(6), 656-670. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.12.005>
- Reina, A. (2003). Problemas de propiocepción: ¿consecuencia o causante de los esguinces de tobillo? Aplicación al Ballet Clásico. *Ef Deportes*, 9(62).
- Rinonapoli, G., Graziani, M., Ceccarini, P., Razzano, C., Manfreda, F., & Caraffa, A. (2020). Epidemiology of injuries connected with dance: A critical review on epidemiology. *Med*

Glas, 17(2), 256-264. <https://doi.org/10.17392/1201-20>

Rojano, D. (2021). Variables cinéticas y stiffness vertical de bailarinas de ballet en la realización de un salto vertical. *RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte*, 17(63), 1-12. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06301>

Saladin, Kenneth. S. (2012). *Anatomía y fisiología. La unidad entre forma y función* (6a ed.). MCGRAW-HILL.

Sánchez, A. (Director). (2021, noviembre 15). *Bailarín, ¿Artista o deportista?* YouTube.

Solange, L. (2018). *En busca del dégagé perfecto. Terminología del ballet* (6ª). Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial.

Stadler, M. A., Noble, B. J., & Wilkinson, J. (1990). *The Effects of Supplemental Weight Training for Ballet Dancers*. 4(3), 95-102. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1990\)004<0095:TEOSWT>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1990)004<0095:TEOSWT>2.3.CO;2)

Stošić, D., Uzunović, S., Pantelić, S., Veličković, S., Đurović, M., & Piršl, D. (2020). Effects of exercise program on coordination and explosive power in University Dance Students. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 579. <https://doi.org/10.22190/FUPES191016052S>

Tribunal Internacional de Núremberg. (1947). *CÓDIGO DE NUREMBERG*.

Valle, M., Manoelles, P., Tárrega, L., Manuz, B., González, A., Franco, L., Pérez, C., Gaztañaga, T., Jiménez, F., Naranjo, J., García, J. N., Martín, A. M., Ramos, J. J., Amestoy, J. A., Berenguel, P., Blasco, R., Losa, J., Marín, J. M., Martínez, J. L., & Orizaola, J. L. (2018). *Lesiones deportivas versus accidentes deportivos. Documento de consenso*. 35(1), 6-16.

Vargas, A. (2009). *Danza y condición física*. 2(2), 16-24.

Vicente-Rodríguez, G., Benito, P. J., Casajús, J. A., Ara, I., Aznar, S., Castillo, M. J., Dorado,

C., González-Agüero, A., González-Gallego, J., González-Gross, M., Gracia-Marco, L., Gutiérrez, Á., Gusi, N., Jiménez-Pavón, D., Lucía, A., Márquez, S., Moreno, L., Ortega, F. B., De Paz, J. A., ... Valtueña, J. (2016). Actividad física, ejercicio y deporte en la lucha contra la obesidad infantil y juvenil. *Nutrición Hospitalaria*, 33(9).
<https://doi.org/10.20960/nh.828>

Vidal, A., & da Cuña, I. (2016). Actualización de las lesiones en la danza clásica. Una revisión bibliográfica. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 51(192), 141-148.
<https://doi.org/10.1016/j.apunts.2016.05.003>

Youth America Grand Prix. (s.f.). History and Mission. *International Ballet Competition*.
<https://yagp.org/about-us/history-and-mission/>

XI. Anexos

XI.1 Hoja de recolección de datos

HISTORIA CLÍNICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PLIOMETRÍA											
FECHA:		EXPEDIENTE:		DATOS PERSONALES							
NOMBRE:		PRONOMBRE:		TELÉFONO:		EDAD:					
SEXO:		PESO:		TALLA:		IMC:					
FISIOTERAPEUTA QUE ELABORA:		PSSPt. Mar Córdoba Álvarez									
SESIONES DEL PROGRAMA											
VALORACIÓN	SESIÓN 1	SESIÓN 2	SESIÓN 3	SESIÓN 4	SESIÓN 5	SESIÓN 6	SESIÓN 7	SESIÓN 8	SESIÓN 9		
SESIÓN 8	SESIÓN 7	SESIÓN 8	SESIÓN 9	SESIÓN 10	RE-VALORACIÓN						
VALORACIÓN FUNCIONAL INICIAL											
SALTO VERTICAL (SQUAT JUMP)		SALTO HORIZONTAL		DISTANCIA DESPEGUE-ATERRIJAJE		SALTO ÚNICO PARA DISTANCIA (SHD) -I					
SALTO ÚNICO PARA DISTANCIA (SHD) -D		SALTO CRUZADO PARA DISTANCIA (CHD)		LESIÓN		ACLARACIONES					
RE- VALORACIÓN FUNCIONAL											
SALTO VERTICAL (SQUAT JUMP)		SALTO HORIZONTAL		DISTANCIA DESPEGUE-ATERRIJAJE		SALTO ÚNICO PARA DISTANCIA (SHD) -I					
SALTO ÚNICO PARA DISTANCIA (SHD) -D		SALTO CRUZADO PARA DISTANCIA (CHD)		LESIÓN DURANTE EL PROGRAMA		ACLARACIONES					

XI.2 Carta de consentimiento informado

Folio de aceptación del Comité de Investigación: _____

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO. “Aplicación de un programa de pliometría en bailarines”.

Querétaro, Qro., a ____ de _____ del 2023

Nombre del participante: _____

A través de este documento, se le invita a participar en el proyecto de investigación que es parte de la formación educativa, impartida en la Licenciatura de Fisioterapia en la Universidad Autónoma de Querétaro. El protocolo de investigación consta de un cuasiexperimento de antes y después, en el que se aplicará un programa terapéutico a fin de evaluar los resultados de su aplicación.

Este proyecto se llevará a cabo en las instalaciones de la Facultad de Artes de la Universidad Autónoma de Querétaro, las cuales serán acordadas a beneficio y en común acuerdo de los investigadores y los participantes del proyecto.

Se realizará con el objetivo de comprobar la eficacia de la aplicación de un programa complementario de ejercicio, pliométrico, en el mejoramiento del gesto deportivo de saltos en bailarines. Se realizará una valoración inicial, en donde se elaborará una historia clínica y se aplicaran tests para registrar las capacidades con las que cuenta la persona antes de la aplicación del programa. Posteriormente se aplicará el programa durante 3 meses, realizando 2 sesiones por semana, en los horarios acordados con los participantes. Para finalizar el proyecto se realizará una segunda valoración, para comprobar la eficacia del programa y las capacidades adquiridas con este.

Se invita a participar a las y los bailarines clásicos de la Facultad de Artes de la Universidad Autónoma de Querétaro con rama terminal en ballet clásico, que cuenten con al menos 4 años de preparación en ballet clásico y 2 años perteneciendo a la licenciatura, que sean mayores de 18 años, sin padecimientos graves de importancia (cardiopatías, hipertensión, enfermedades pulmonares, etc.), no haber sufrido lesiones graves (esguinces grados II o III, fracturas, luxaciones con complicaciones en la reducción, etc.) en los últimos 6 meses y que no pertenezcan a algún otro programa de entrenamiento complementario (pilates, pliometría, gimnasia, etc.).

Las personas que decidan formar parte del proyecto se les brindará el servicio de valoración y clases del programa de ejercicio de manera gratuita, buscando mejorar la calidad de su gesto y rendimiento deportivo. El proyecto no presenta riesgos que atenten contra la integridad de los participantes, ya que es una investigación de riesgo mínimo; sin embargo, en caso de cualquier incidente: algún tipo de lesión menor durante la aplicación de las rutinas, aparición de fatiga excesiva o algún accidente, los investigadores se comprometen a brindar la atención oportuna y eficiente, además de facilitar información para prevenir estos altercados.

Para lograr objetivar y observar los avances dentro del plan de tratamiento, se requerirá de evidencia a través de elaboración y lectura de la historia clínica, fotografías, notas de evolución y tomas para la aplicación de las pruebas (Tests de Salto, Examen Manual Muscular, entre otras). Cuidando siempre la integridad e identidad de la persona. Tras la aplicación del programa se le proporcionarán los resultados a fin de evaluar si les fue benéfico para su práctica.

La participación es voluntaria, anónima y confidencial. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en el proyecto y no demeritará de ninguna manera la calidad de atención recibida en términos de los derechos como paciente. Se le informa que tiene el derecho, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación, de dejar de participar en el presente proyecto. En el transcurso del proyecto, usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable, se le garantiza que recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos.

Firma de Consentimiento

Yo, _____, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación del proyecto y es mi voluntad participar en este proyecto. No omito manifestar que he sido informado (a) clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica este proyecto. He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de _____.

Nombre y Firma

Participante

Testigo

Investigadora: Mariana Cordoba Alvarez
(+52) 442 124 3620 | mcordoba06@alumnos.uaq.mx

XI.3 Cuestionario de Pre-Registro

Aplicado vía Google Forms:

- 1) Autorización de Consentimiento informado.
- 2) Número de contacto de WhatsApp.
- 3) ¿Eres mayor de edad (18 años cumplidos)?
 - a) Si
 - b) No
- 4) ¿Cuántos años llevas practicando danza clásica?
 - a) <1 año
 - b) 1-2 años
 - c) 2-4 años
 - d) >4 años
- 5) ¿Cuántos años llevas en la cerrar de Danza con rama terminal en ballet clásico?
 - a) <1 año
 - b) 1-2 años
 - c) >2 años
- 6) ¿Presentas algún padecimiento grave de importancia (hipertensión, cardiopatías, enfermedades pulmonares, etc) y/o tuviste algún traumatismo recientemente (esguince, fractura, luxación, etc.) en los últimos 3 meses?
 - a) Ninguna
 - b) Sí, traumatismo/lesión reciente
 - c) Sí, padecimiento controlado
 - d) Si, padecimiento no controlado
- 7) ¿Realizas algún tipo de entrenamiento complementario (EC) al ballet clásico?
 - a) Si
 - b) No
- 8) ¿Qué tipo de entrenamiento complementario? (si no realizas EC pasa a la siguiente pregunta)
 - a) Pilates/Yoga
 - b) Gimnasio
 - c) Otro deporte
 - d) Otro: _____
- 9) ¿Tu entrenamiento complementario está monitoreado por fisioterapeutas?
 - a) Si
 - b) No
- 10) Nombre Completo: Nombre(s) y Apellido(s)
- 11) ¿Cuántos años tienes? Escríbelo en números arábigos (Ej: 18):
- 12) Peso en kilogramos (Ej: 50)
- 13) Talla en metros (Ej: 1.60)
- 14) Índice de Masa Corporal (Peso/Talla²)