



**UPSE**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN E  
IDIOMAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TEMA DE INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**Análisis biomecánico de la técnica de giro para mejorar el lanzamiento  
de disco**

**AUTOR**

Lic. Víctor Alejandro Mendoza Moreno

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del grado académico en

**MAGISTER EN ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**

**TUTOR**

Ph.D. Marco Vinicio Campaña Bonilla

**Santa Elena, Ecuador**

**2023**

**INSTITUTO DE POSTGRADO**

**Análisis biomecánico de la técnica de giro para mejorar el lanzamiento de disco**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN MODALIDAD INFORME DE INVESTIGACIÓN**

Previo a la obtención del grado académico de:

**MAGISTER EN ENTRENAMIENTO DEPORTIVO**

**MODALIDAD:**

Informe de investigación

**AUTOR**

**Lic. Víctor Alejandro Mendoza Moreno**

**La Libertad - Ecuador**

**2023**

## DEDICATORIA

En primer lugar, a mis padres Víctor Mendoza y Lourdes Moreno quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más, en mi vida profesional; por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está siempre con todos nosotros. A mis hermanos Jairo y Oliver por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. A toda mi familia, en especial a mi abuelito Alejandro y a mi abuelita Cleotilde porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

*Lic. Víctor Alejandro Mendoza Moreno*

## AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer en estas líneas en primer lugar a Dios por todas sus bendiciones, sin embargo, merecen un reconocimiento especial, mi Madre y mi Padre por ser el pilar fundamental en mi vida, gracias a su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi maestría y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hermanos por llenarme de alegría día tras día y que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Ojalá algún día yo me convierta en su fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

*Lic. Víctor Alejandro Mendoza Moreno*



**UPSE**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN E IDIOMAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN:**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por **MENDOZA MORENO VICTOR ALEJANDRO**, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Entrenamiento Deportivo.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Marco Vinicio Campaña Bonilla".

Ph.D. Marco Vinicio Campaña Bonilla

C.I. 1716464159

**TUTOR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN E IDIOMAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos calificadores, aprueban el presente trabajo de titulación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por el Instituto de Postgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

**MSc. Liliana Baque Catuto**  
**COORDINADORA DEL PROGRAMA**

**Ph.D. Marco Vinicio Campaña Bonilla**  
**TUTOR**

**MSc. Lucas Guadamud Luis**  
**ESPECIALISTA**

**Ph.D. Zambrano Yalamá Ernesto**  
**ESPECIALISTA**

**Abg. Coronel Ortiz Víctor, MSc**  
**SECRETARIO GENERALUPSE**

**UPSE**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN E  
IDIOMAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, MENDOZA MORENO VICTOR ALEJANDRO**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, previo a la obtención del título en Magíster en Entrenamiento Deportivo, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 18 días del mes de julio de año 2023

---

**MENDOZA MORENO VICTOR ALEJANDRO**  
C.I. 0604516138

**AUTOR**



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN E  
IDIOMAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO  
AUTORIZACIÓN**

**Yo, MENDOZA MORENO VICTOR ALEJANDRO**

**DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de la investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 18 días del mes de julio de año 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Victor Mendoza Moreno", with a horizontal line underneath.

**MENDOZA MORENO VICTOR ALEJANDRO  
C.I. 0604516138**

**AUTOR**





**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN E  
IDIOMAS  
INSTITUTO DE POSTGRADO  
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado (Análisis biomecánico de la técnica de giro para mejorar el lanzamiento de disco), presentado por el estudiante, Lic. Mendoza Moreno Víctor Alejandro fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO MAGISTER, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 1%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 <b>CERTIFICADO DE ANÁLISIS</b> magister		
<b>Tesis Final Victor Mendoza - Compilatio</b>		<b>&lt; 1%</b> Similitudes
		<b>4%</b> Texto entre comillas < 1% similitudes entre comillas <b>0%</b> Idioma no reconocido
Nombre del documento: Tesis Final Victor Mendoza - Compilatio.docx ID del documento: e218fb77fc454942dbf60b757d943771f171fd60 Tamaño del documento original: 47,43 kB	Depositante: ELVA KATHERINE AGUILAR MOROCHO Fecha de depósito: 20/7/2023 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 20/7/2023	Número de palabras: 5013 Número de caracteres: 31.214

Ph.D. Marco Vinicio Campaña Bonilla

C.I. 1716464159

**TUTOR**

## Índice

Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Certificación del tutor.....	v
Certificación del Tribunal.....	vi
Declaración de responsabilidad .....	vii
Autorización .....	viii
Certificación de antiplagio.....	ix
Índice .....	x
Lista de tablas .....	xiii
Lista de ilustraciones y figuras .....	xiv
Resumen .....	xvi
Abstract.....	xvii
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
Situación problemática .....	2
Formulación del problema.....	3
Justificación .....	3
Objetivos.....	4
Objetivos General .....	4
Objetivos Específicos .....	4
Hipótesis .....	4
Planteamiento hipotético .....	4
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>5</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
1.1 El Atletismo.....	5

1.2 Lanzamientos.....	5
1.3 Lanzamiento de disco .....	6
1.4 Técnica de lanzamiento .....	7
1.5 Consideraciones sobre la técnica.....	7
1.6 División temporal de las fases del lanzamiento de disco .....	8
1.6.1 Fase de preparación o fase de primer apoyo doble.....	8
1.6.2 Fase de entrada, fase de rotación sobre el pie izquierdo .....	9
1.6.3 Fase de vuelo .....	9
1.6.4 Fase de transición, fase de llega del pie derecho al suelo.....	10
1.6.5 Fase final, o fase de segundo apoyo doble .....	10
1.7 Descripción de las fases temporales del lanzamiento de disco .....	11
1.7.1 Fase de primer apoyo doble.....	11
1.7.2 Fase de primer apoyo simple .....	13
1.7.3 Fase de segundo apoyo simple .....	14
1.7.4 Fase de segundo apoyo doble .....	14
1.8 Acción tras la suelta.....	15
1.9 Biomecánica .....	16
1.9.1 Biomecánica deportiva .....	17
1.9.2 Biomecánica de la actividad física y el deporte .....	17
1.10 Principios biomecánicos del lanzamiento de disco .....	17
1.11 Principio de acción - reacción .....	20
1.12 Principio de acción secuencial o de transferencia del momento angular .....	22
1.13 Recobro.....	24
1.14 Vuelo del disco .....	27
1.15 Fuerza aerodinámica.....	31
CAPÍTULO II.....	37

2. MARCO METODOLÓGICO .....	37
2.1 Alcance de la investigación .....	37
2.2 Tipo de Investigación .....	37
2.3 Población de estudio y tamaño de muestra.....	37
2.4 Métodos de análisis, y procesamiento de datos .....	37
CAPÍTULO III .....	39
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	39
3.1 Análisis biomecánico de la técnica de lanzamiento del disco .....	39
3.2 Análisis estadístico en IMB SPSS .....	49
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
ANEXOS.....	59

### Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Muestra, distancia oficial, velocidad, altura y ángulo de liberación de los estudios más relevantes seleccionados de la bibliografía .....	28
<b>Tabla 2.</b> Características físicas del disco de categoría masculina .....	32
<b>Tabla 3.</b> Muestra, distancia oficial y distancia aerodinámica de los estudios seleccionados de la bibliografía.....	34
<b>Tabla 4.</b> Posición De Salida 1.....	39
<b>Tabla 5.</b> Posición De Salida 2.....	40
<b>Tabla 6.</b> Fase 1. Primer Apoyo Doble (1).....	42
<b>Tabla 7.</b> Fase 1. Primer Apoyo Doble (2).....	43
<b>Tabla 8.</b> Posición Inicial Fase (2) .....	44
<b>Tabla 9.</b> Fase 2. Primera Fase De Apoyo Simple (1).....	45
<b>Tabla 10.</b> Fase 2. Primera Fase De Apoyo Simple (2) .....	46
<b>Tabla 11.</b> Fase 2. Primera Fase De Apoyo Simple (3) .....	47
<b>Tabla 12.</b> Fase 2. Primera Fase De Apoyo Simple (4) .....	48
<b>Tabla 13.</b> Estadísticas de muestras emparejadas deportista I .....	49
<b>Tabla 14.</b> Correlaciones de muestras emparejadas deportista I.....	49
<b>Tabla 15.</b> Prueba de muestras emparejadas deportista I.....	49
<b>Tabla 16.</b> Estadísticas de muestras emparejadas deportista II.....	50
<b>Tabla 17.</b> Correlaciones de muestras emparejadas deportista II.....	50
<b>Tabla 18.</b> Prueba de muestras emparejadas deportista II.....	50
<b>Tabla 19.</b> Estadísticas de muestras emparejadas deportista III.....	51
<b>Tabla 20.</b> Correlaciones de muestras emparejadas deportista III .....	51
<b>Tabla 21.</b> Prueba de muestras emparejadas deportista III .....	51

### Lista de ilustraciones y figuras

<b>Figura. 1.</b> Fase de primer apoyo doble. ....	9
<b>Figura. 2.</b> Fase de primer apoyo simple tomado. ....	9
<b>Figura. 3.</b> Fase aérea tomado.....	10
<b>Figura. 4.</b> Fase de segundo apoyo simple.....	10
<b>Figura. 5.</b> Fase de segundo apoyo doble. ....	11
<b>Figura. 6.</b> Balanceo previo del disco. ....	12
<b>Figura. 7.</b> Agarre del disco tomado sin modificaciones de (Jarver, 1988).....	13
<b>Figura. 8.</b> Modelo teórico de los factores que determinan la distancia oficial del lanzamiento.....	19
<b>Figura. 9.</b> Momento lineal hacia delante (a) y momento lineal hacia arriba (b). ....	21
<b>Figura. 10.</b> Momento angular sobre el eje vertical (a) y momento angular sobre el eje anteroposterior (b). ....	21
<b>Figura. 11.</b> Modelo de un sistema de cadena abierta de tres segmentos. ....	23
<b>Figura. 12.</b> Modelo conceptual del Principio de Acción Secuencial.....	23
<b>Figura. 13.</b> Secuencia del recobro .....	25
<b>Figura. 14.</b> Ángulos estudiados en el instante de liberación del disco: ángulo de liberación ( $\theta$ ), ángulo de inclinación ( $\Phi$ ), ángulo de ataque ( $\gamma$ ), vector velocidad del disco ( $V$ ) y vector velocidad del viento ( $R$ ). ....	30
<b>Figura. 15.</b> Ángulo de ataque, ángulo de liberación y ángulo de inclinación del disco en el instante de liberación (a), en el punto más alto del vuelo (b) y durante el descenso (c).....	31
<b>Figura. 16.</b> Análisis biomecánico de la posición de salida 1 software Kinovea 8.15 .....	40
<b>Figura. 17.</b> Análisis biomecánico de la posición de salida 2 software Kinovea 8.15 .....	41
<b>Figura. 18.</b> Análisis biomecánico del Primer Apoyo Doble (1) software Kinovea 8.15... ..	42
<b>Figura. 19.</b> Análisis biomecánico del Primer Apoyo Doble (2) software Kinovea 8.15... ..	43
<b>Figura. 20.</b> Análisis biomecánico del Posición Inicial Fase (2) software Kinovea 8.15... ..	44

<b>Figura. 21.</b> Análisis biomecánico de la Primera Fase De Apoyo Simple (1) software Kinovea 8.15.....	45
<b>Figura. 22.</b> Análisis biomecánico de la Primera Fase De Apoyo Simple (2) software Kinovea 8.15.....	46
<b>Figura. 23.</b> Análisis biomecánico de la fase 2. primera fase de apoyo simple (3) software Kinovea 8.15.....	47
<b>Figura. 24.</b> Análisis biomecánico de la fase 2. primera fase de apoyo simple (4) software Kinovea 8.15.....	48

## RESUMEN

El presente informe de investigación denominado “Análisis biomecánico de la técnica de giro para mejorar el lanzamiento de disco”, presenta un estudio descriptivo de corte transversal con el principal objetivo de evaluar biomecánicamente la técnica del giro y la repercusión que este tiene en la distancia del lanzamiento, La muestra de estudio se dividió en relación a las etapas de la investigación, una etapa previa en la cual se realizó unos pre lanzamientos a los 3 deportistas de la Unidad Educativa “Carlos Cisneros” para determinar la actual situación de la planificación del entrenamiento en esta disciplina deportiva y una etapa experimental, en la cual se realizó un estudio biomecánico respectivamente. Como instrumentos se utilizaron la observación diseñada para la determinación de la actualidad de la preparación técnica en el lanzamiento del disco, el software de análisis biomecánico kinovea 8.15, que nos permite capturar video graficas permitiendo una evaluación de los diferentes parámetros biomecánicos durante la ejecución del gesto técnico en estudio y la metodología empleada fue el desglose de la técnica deportiva por fases. Los resultados más relevantes fueron obtenidos mediante un análisis estadístico realizado en el software IMB SPSS, así como la distinción del aumento en distancia del mismo.

**Palabras clave.** <biomecánico><técnica><giro><mejora><lanzamiento><disco>



## Abstract

The present research report called "Biomechanical analysis of the turning technique to improve discus throwing", presents a descriptive cross-sectional study with the main objective of biomechanically evaluating the turning technique and the impact it has on the distance of the throw, The study sample was divided in relation to the stages of the research, a previous stage in which some pre-launches were made to the 3 athletes of the Educational Unit "Carlos Cisneros" to determine the current situation of training planning in this sport discipline and an experimental stage, in which a biomechanical study was carried out respectively. As instruments were used the observation designed to determine the actuality of the technical preparation in the launch of the discus, the biomechanical analysis software kinovea 8.15, which allows us to capture graphic video allowing an evaluation of the different biomechanical parameters during the execution of the technical gesture under study and the methodology used was the breakdown of the sports technique by phases. The most relevant results were obtained through a statistical analysis performed in the IMB SPSS software, as well as the distinction of the increase in distance of the same.

**Keywords.** <biomechanical><technical><draft><improvement><release><disk>.

## INTRODUCCIÓN

El análisis biomecánico de los lanzamientos de disco es objeto de muchas investigaciones en el campo de la biomecánica deportiva. Estos estudios han demostrado que el lanzamiento de disco es una actividad que implica una serie de movimientos complejos de todo el cuerpo, desde la posición del pie hasta el brazo del disco. La investigación también ha demostrado que la técnica del disco es crucial para el éxito en el deporte y que los atletas deben dominar un conjunto específico de movimientos para lograr lanzamientos óptimos.

Además, la fuerza, la velocidad y la técnica han demostrado ser factores importantes en el lanzamiento de disco y los atletas necesitan práctica para desarrollar estas habilidades. Por lo tanto, el análisis biomecánico de los lanzamientos de disco ha permitido a los atletas y entrenadores comprender mejor los movimientos y las habilidades.

Por otra parte, para (Hornillos, 2000) el atletismo es un deporte importante por su movimiento, las actividades básicas como correr, saltar y lanzar son siempre seguras indefectiblemente al ser indulgente. Desde el punto de vista de la presentación deportiva y debido a la caudal motriz de sus modalidades, la práctica universal de este deporte supone la operación de una simiente contundente para la inmensa colectividad de los pasatiempos, a lo que se le une su signo endiabladamente formativo, siempre que se creen las exigencias necesarias para que su práctica sea educativa.

También siguiendo a (Sebastiani, 2016), Una técnica eficiente permite llevar a cabo una tarea con el menor uso de energía posible, obteniendo mejores resultados. La habilidad se refiere a la igualdad entre el plan y la ejecución, mientras que la investigación económica nos ayuda a maximizar la fuerza utilizada, logrando obtener los mejores resultados y gastando la menor cantidad de energía.

A su vez el presente informe de investigación tiene por objeto encontrar por medio de la aplicación de conocimientos, antecedentes, registros entre otras, entender los niveles biomecánicos, técnicos y deportivos sobre el lanzamiento del disco. Para alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizará el empleo de la norma de investigación y una metodología de disecciones cinemáticas que permitan la cuantificación de las variables

biomecánicas de efectividad en los lanzadores de la categoría menores de la Unidad Educativa “Carlos Cisneros” en los meses de enero hasta mayo del periodo 2022-2023.

### **Situación problemática**

En el atletismo la falta de selección de talentos por parte de docentes y entrenadores no permite el crecimiento de sus cualidades innatas en los jóvenes atletas. Algunos plantean que los éxitos deportivos se deben a factores externos como: el trabajo, la educación y el entrenamiento, otros manifiestan que, a aptitudes hereditarias y al talento. Sin embargo, la estimación sólo es posible al correlacionarse con el nivel de desarrollo físico alcanzado en la edad de que se trate (Benítez, 2009).

Se podría decir también que la selección de deportistas es actualmente clave en la preparación de futuros talentos en diferentes disciplinas deportivas. La planificación del desarrollo evolutivo es fundamental, ya que involucra métodos educativos, psicológicos, sociológicos y médico-biológicos de investigación para identificar las habilidades de niños, adolescentes y jóvenes y su potencial para especializarse en una modalidad deportiva específica o en un grupo de modalidades (Benítez, 2009).

Además, el peso del disco, la duración y la intensidad del lanzamiento, así como las acciones realizadas, convierten a la fuerza en el aspecto primordial del lanzamiento de disco. No obstante, no solo se trata de fuerza, ya que la técnica se vuelve fundamental para llevar a cabo este deporte. La técnica implica combinar un desplazamiento con un giro en el eje longitudinal y un lanzamiento, lo cual es crucial para lograr un exitoso lanzamiento de disco (Palao, 2003).

Teniendo en cuenta que al cursar una época como atleta de Federación Deportiva de Chimborazo en la disciplina de lanzamiento del disco conozco de ante mano la carencia de entrenadores de este deporte por tanto se la desinformación de conocimientos del mismo. En cuanto a la vida laboral constaté la falta de técnica en el lanzamiento de disco por cual me vi en la necesidad de realizar esta investigación para desarrollar de mejor manera esta disciplina.

## **Formulación del problema**

El presente trabajo de investigación pretende aportar y responder a la sociedad la siguiente interrogante: ¿Analizando biomecánicamente la técnica de giro nos permitirá mejorar la distancia del lanzamiento de disco en los atletas categoría menores de la Unidad Educativa Carlos Cisneros de la ciudad de Riobamba?

Con los antecedentes ya mencionados, encontraremos los problemas de la calidad de la técnica de giro que poseen los atletas, es por ese motivo que se nos ha permitido investigar esta problemática para poder dar una posible solución, con mi investigación aportaré a la comunidad atlética a mejorar la técnica de lanzamiento de disco, demostrando los beneficios que pueden obtener al practicar de mejor manera la técnica de giro para el lanzamiento del disco.

## **Justificación**

Además de la fuerza y la técnica necesaria para lanzar el disco, los atletas deben tener un buen equilibrio, coordinación y flexibilidad. Esta disciplina requiere de una gran concentración y precisión, ya que el objetivo es lanzar el disco dentro de una zona determinada y lo más lejos posible. Dentro de las competiciones atléticas, el lanzamiento de disco se considera una de las pruebas más desafiantes y emocionantes de presenciar. (Bermejo Frutos y otros, 2012).

Por otra parte (Hay, 1993), el creador elaboró una versión biomecánica del lanzamiento de disco. En su modelo, en primer lugar, identificó el objetivo mecánico fundamental o resultado clave; que en el caso específico del lanzamiento de disco es aumentar la distancia oficial. Después, el ejecutante identificó los aspectos biomecánicos directos que afectan o determinan el resultado

A su vez el subsiguiente proyecto de investigación trata de encontrar por medio de la aplicación de conocimientos, antecedentes, registros entre otras, entender los niveles biomecánicos, técnicos y deportivos sobre el lanzamiento de disco. Con el fin de lograr el logro de los objetivos establecidos, se utilizará la norma de investigación y una metodología de análisis de movimientos que permitan medir las variables biomecánicas de eficacia en los

atletas de la categoría menores de la Unidad Educativa “Carlos Cisneros” de la ciudad de Riobamba.

## **Objetivos**

### **Objetivos General**

- Realizar un análisis biomecánico de la técnica de giro para mejorar el lanzamiento del disco del deportista.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar las fases de la técnica al momento de lanzar el disco que definen la biomecánica del lanzamiento de disco.
- Establecer una relación en la fase del giro y la distancia del lanzamiento.
- Aplicar la fase de giro para mejorar la distancia en el lanzamiento del disco.
- Evaluar el lanzamiento mediante el análisis biomecánico.

## **Hipótesis**

La técnica de giro puede mejorar mediante la corrección de errores de los gestos realizados mediante un análisis biomecánico para poder determinar una mejora de la distancia en los atletas de la categoría menores (12-13 años) de la Unidad Educativa “Carlos Cisneros”.

## **Planteamiento hipotético**

Habría que decir también en el caso del lanzamiento de disco, lo más importante para acceder a los resultados deportivos es la técnica. Durante el proceso de entrenamiento técnico, el propósito del atleta consiste en la optimización del patrón de movimiento, procurando la cercanía al modelo de preparación y la no reproducción exacta del mismo (Frutos y otros, 2012).

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1 El Atletismo

Mazzeo & Mazzeo (2008), determina que el atletismo es “el conjunto de movimientos naturales y contruoidos del caminar, el correr, el saltar y el lanzar, llevados a la competencia” (p.19). Cuando se menciona que estos son movimientos naturales como correr, saltar y lanzar, son las maneras constructivas del movimiento.

Así mismo se puede decir que están contruoidos, ya que se refiere a que esos acontecimientos básicos, serán seguidos por una etapa motriz y luego se llevará a cabo una estructura para el uso máximo de la fuerza física humana.

Además (Hornillos, 2000), menciona que “el atletismo es un conjunto de prácticas deportivas integradas por destrezas y habilidades fundamentales en el proceder motor del ser magnánimo, como son las carreras marcha, saltos y lanzamientos, realizadas bajo unas normativas que regulan la competición” (p. 11). Se refiere a que el atletismo es un conjunto de prácticas deportivas que incluyen el proceder motor y que para la eficacia se tendrá que seguir reglas.

#### 1.2 Lanzamientos

Por otro lado (Valera, 2013), nos dice que “en las disciplinas de lanzamiento los deportistas se encargan de lanzar múltiples prototipos de diferentes elementos con peso que tienen un mismo fin: llegar lo más lejos posible” (p.1). Así también (Eduacro, 2011), mencionó que “los lanzamientos son un grupo de cuatro pruebas que tienen como objetivo lanzar un implemento lo más lejos sea posible. Los lanzamientos son cuatro: bala, disco, jabalina y martillo. La energía de las competiciones es equivalente para todos” (pág.11).

### 1.3 Lanzamiento de disco

Por otro lado, el lanzamiento de disco forma parte de las disciplinas de lanzamiento en el atletismo, junto con el lanzamiento de bala, jabalina y martillo. Se trata de un tipo de lanzamiento lateral en el que se realizan movimientos intensos y a gran velocidad en un espacio reducido. La técnica requiere de habilidad y precisión por parte del atleta, quien realiza un movimiento de rotación y avance mientras sostiene un artefacto, alternando posiciones de fuerza y equilibrio, dentro de un círculo de 2.5 metros de diámetro (Bermejo Frutos y otros, 2012).

El objetivo principal en el lanzamiento es lograr que el disco alcance la máxima distancia horizontal. Para lograr este objetivo, hay dos aspectos clave que determinan el éxito del lanzamiento. En primer lugar, se deben aplicar las leyes biomecánicas del movimiento del "lanzador-artefacto", es decir, la técnica de lanzamiento. Además, se deben tener en cuenta las leyes físicas que rigen la etapa de planeo del disco, es decir, la aerodinámica (Bermejo Frutos y otros, 2012).

Así también (Endemann, 2008) sugiere que la regla se define como la mejor opción para resolver un problema en el ámbito deportivo, aceptada por los atletas y entrenadores. En cuanto al lanzamiento de disco, la técnica es fundamental para alcanzar buenos resultados (Arbeit & Cols, 1987). Durante el entrenamiento técnico, el objetivo del atleta es optimizar su movimiento, tratando de acercarse al modelo de preparación sin imitarlo por completo.

Además, gracias a los estudios específicos sobre la mecánica de los lanzamientos, es posible proporcionar recomendaciones técnicas tanto al instructor como al deportista, para mejorar su rendimiento. Los valores que aportan estos estudios son orientativos y no pueden generalizarse en ningún caso a todos los lanzadores (Mendoza, 2022).

Hay pocos estudios que utilizan la electromiografía o las plataformas de fuerza para respaldar y validar los datos cuantitativos obtenidos del análisis cinemático (Bartlett R, 1992). Además, al analizar la técnica, surge un problema relacionado con la falta de acuerdo entre los estudios cuantitativos y los criterios de evaluación o aspectos esenciales para la prueba. (Floría, 2006).

También se podría mencionar que el disco es examinado junto con el lanzador en un sistema deportivo complejo, donde el lanzador juega un papel fundamental al tener la responsabilidad de a) impartir la máxima velocidad al disco a través de los movimientos de rotación en el círculo, y b) asegurarse de que el ángulo de lanzamiento del disco sea el adecuado según las condiciones de viento y el peso del equipo. (Bermejo Frutos y otros, 2012).

#### **1.4 Técnica de lanzamiento**

En cambio, el procedimiento habitual de la actividad implica dar una vuelta y media y lanzar el disco. La actividad comienza estando quieto, con la espalda hacia la dirección del lanzamiento, realizando movimientos de balanceo hacia adelante y hacia atrás que culminan con el disco en la parte trasera del cuerpo.

Este lanzamiento final es realizado por el lanzador mientras pivota sobre el pie derecho hacia el costado, asegurándose de que el pie izquierdo se coloque justo al lado del límite frontal del círculo y a la izquierda de la dirección deseada para el lanzamiento (Floría, 2006).

Aunque no hay una restricción en cuanto al número de giros y a pesar de que existe una relación proporcional entre la distancia de arranque del disco y su velocidad de salida, los científicos han determinado que un giro y medio es el mejor enfoque. Con esta técnica se logra un equilibrio entre la velocidad de lanzamiento del disco y el control de su trayectoria. Además, permite acelerar el disco en un trayecto de 7 a 11 metros en atletas de alto nivel. (Tidow, 1994).

#### **1.5 Consideraciones sobre la técnica**

Enderman (2008), dice que “la regla se define como la alternativa a un problema de acontecimiento, aceptado por los atletas y monitores como la mejor posibilidad para alcanzar el éxito”. En el caso del lanzamiento de disco, lo más importante para acceder a los resultados deportivos es la técnica (Arbeit & Cols, 1987). Durante el proceso de entrenamiento técnico, el propósito del atleta consiste en la optimización del esquema de movimiento (Leigh & Yu, 2007), procurando la cercanía al modelo de preparación y la no reproducción exacta del mismo (Endemann, 2008).



Gracias a investigaciones específicas sobre la mecánica de los lanzamientos, es posible ofrecer recomendaciones técnicas tanto a entrenadores como a atletas para mejorar su desempeño (Nemtsev, 2011). Sin embargo, los resultados de estos estudios son solo indicativos y no se pueden generalizar a todos los lanzadores en todas las circunstancias (Knicker, 1992). Además, hay escasa investigación que utilice electromiografía o plataformas de fuerza para contrastar y respaldar los datos cuantitativos obtenidos del análisis cinemático (Bartlett, 1992).

Por otra parte, cuando se analiza la técnica, se plantea el problema que supone la falta de concordancia entre los estudios cuantitativos y los criterios de valoración o puntos fundamentales para la prueba (Ferro & Floría, 2006).

La disciplina de lanzamiento de disco que mezcla movimientos verticales, horizontales y de rotación (Vrabel, 1987). Es un movimiento deportivo donde se debe examinar el disco y el lanzador como un arduo sistema, en el cual el lanzador es el principal componente que tiene como tarea: a) proporcionar la máxima velocidad al disco como resultado de los movimientos de rotación en el círculo y b) lograr que el ángulo de salida del disco sea el adecuado según los requisitos de viento y peso del equipo (Sinitsin, 1995).

## **1.6 División temporal de las fases del lanzamiento de disco**

A la vez, la capacidad de resistencia temporal está influenciada por el carácter único que posee cada una de estas actividades simples. Dentro de la relación, se menciona la división del movimiento en diferentes fases. En el campo de la biomecánica, se suele utilizar una clasificación de cinco fases basada en el apoyo de los pies (Ferro & Floría, 2006).

### ***1.6.1 Fase de preparación o fase de primer apoyo doble***

El proceso comienza cuando el disco retrocede en el balanceo y concluye cuando el pie derecho se levanta durante la rotación en dirección opuesta a las manecillas del reloj. (Knicker, 1992).

**Figura. 1.** Fase de primer apoyo doble.



**Autor:** (Tidow, 1994) modificado por Víctor Mendoza.

### ***1.6.2 Fase de entrada, fase de rotación sobre el pie izquierdo***

Comienza en el instante posterior al despegue del pie derecho y termina en el instante del despegue del pie izquierdo (Knicker, 1992).

**Figura. 2.** Fase de primer apoyo simple tomado.



**Autor:** (Tidow, 1994) modificado por Víctor Mendoza.

### ***1.6.3 Fase de vuelo***

Es el tiempo durante el cual los dos pies del tirador no están en contacto con el suelo y que media entre el momento que sigue al despegue del pie izquierdo y el del contacto del pie derecho. Es más que una etapa, es una instantaneidad debido a su corta duración (Knicker, 1992).

**Figura. 3.** Fase aérea tomado.



**Autor:** (Tidow, 1994) modificado por Víctor Mendoza.

#### ***1.6.4 Fase de transición, fase de llega del pie derecho al suelo***

Empieza en el momento siguiente al momento de apoyo del pie derecho después del vuelo y culmina en el momento de apoyo del pie izquierdo (Knicker, 1992).

**Figura. 4.** Fase de segundo apoyo simple.

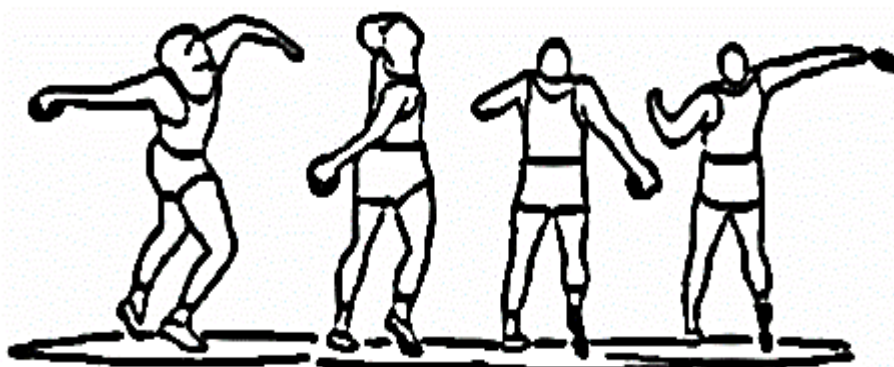


**Autor:** (Tidow, 1994) modificado por Víctor Mendoza.

#### ***1.6.5 Fase final, o fase de segundo apoyo doble***

Comienza en el instante en que se apoya el pie izquierdo y finaliza en el momento en que el disco pierde el contacto con la mano del lanzador (Knicker, 1992).

**Figura. 5.** Fase de segundo apoyo doble.



Autor: (Tidow, 1994) modificado por Víctor Mendoza.

### **1.7 Descripción de las fases temporales del lanzamiento de disco**

A nivel global, en el momento del lanzamiento, es crucial que cada lanzador encuentre su propio ritmo o velocidad adecuada para ejecutar el movimiento y mantenga un control visual amplio durante todo el proceso (Lenoir & Mazyn, 2005). La divergencia en la duración de las diferentes fases temporales y su impacto en el desempeño o en los parámetros cinemáticos principales del lanzamiento (como la altura de lanzamiento, el ángulo de proyección y la velocidad de salida) parece derivarse de las diferencias individuales en las etapas temporales entre los atletas.

#### ***1.7.1 Fase de primer apoyo doble***

Durante esta primera fase del lanzamiento, la meta es que el atleta se mantenga con firmeza en el suelo (Burke, 1988) y genere una amplia torsión entre los ejes de la cadera y el hombro al llevar el implemento hacia atrás (Kemp, 1988).

Se inicia el movimiento con la espalda orientada hacia el lanzamiento, colocando los pies uno a cada lado de la línea media del círculo (Hay & Yu, 1996), dejando una separación entre los hombros de unos 30 centímetros (Jarver, 1988), flexionando ligeramente las rodillas para apoyarlas en el centro de masas (Barclay, 1993), manteniendo el tronco erguido, con la vista al frente y colocando el disco en el lado contrario a la dirección del balanceo (Martínez, 1992). Esta ubicación permite un cambio rápido de esta fase a la siguiente.

Desde la ubicación original, se produce un "balanceo" sin freno (Maheras, 1992) durante el cual se establece el ritmo de ejecución, la inercia se rompe y el impulso original se proporciona al implemento (Silvester, 2003).

El desplazamiento hacia delante y hacia atrás implica desplazar el tronco y el brazo lanzador, extendido lateralmente y paralelo al suelo, de izquierda a derecha, por medio de un movimiento de rotación del eje de la cintura y del hombro, para situar el disco lo más atrás posible (Ecker, 1996).

La actividad anterior favorece la elevación de los talones, lo cual agiliza la rotación sintetizando el contacto de la superficie contra el suelo e incrementando la preactivación de los músculos (Maheras, 1992).

**Figura. 6.** Balanceo previo del disco.



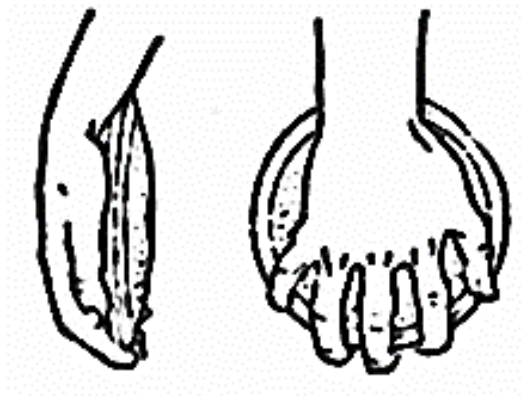
**Autor:** (Tidow, 1994) modificado por Víctor Mendoza.

Cuando se realizan los movimientos de vaivén, habitualmente uno o dos (Kemp, 1988), se adhiere el disco a la mano por la influencia directa de la intensidad centrífuga, lo que constituye un error la desvalorización de la aceleración que propicia el ejercicio de vaivén, puesto que el implemento desciende (Watts, 1988). No obstante, el apoyo de la mano izquierda puede aprovecharse para incrementar la trayectoria de la velocidad (Cappos, 2000).

La presión anterior del disco se efectúa con los dedos abiertos, colocando el disco en posición vertical sobre la tercera falange de los dedos índice, corazón, anular y meñique

mientras el pulgar se coloca en la parte más alta del implemento, quedando el disco en la palma de la mano (Jarver, 1988).

**Figura. 7.** Agarre del disco tomado sin modificaciones de (Jarver, 1988)



**Autor:** (Tidow, 1994) modificado por Víctor Mendoza.

El máximo desenganche adyacente del disco con respecto al eje vertical del atleta supone una mayor notación del impulso angular (Dapena & Anderst, 1997), lo que genera en el disco una mayor velocidad (Ecker, 1996) y (Knowles, 1999), señalan que " los dos brazos deben continuar levantados y separados del cuerpo, efectuando un rápido movimiento de empuje con el brazo libre".

Un impulso angular bajo en esta fase no puede verse favorecido en la fase final del lanzamiento, pues la velocidad de rotación corporal alrededor del eje vertical es tan rápida que los pies no son efectivos en el empuje (Dapena, 1993b).

### ***1.7.2 Fase de primer apoyo simple***

Esta faceta tiene como principal objetivo incrementar la aceleración de rotación y el impulso adecuado sobre el disco, sin por ello perder la situación de invariabilidad (Knowles, 1999). Para evitar desequilibrios a la hora de realizar el giro, se aconseja que, en cuanto salga el disco lo antes posible y precisamente en el momento en que el pie derecho abandona el suelo, llevar el apoyo del peso del centro de masa (CM) directamente sobre el pie de pivote, para comenzar esta fase (Silvester, 2003). Desde este momento, el pie izquierdo se impulsa hacia atrás.

El rango de aproximación insuficiente (CM) al apoyo del pie izquierdo provoca un tiempo de potencia igual al porcentaje del mecanismo lanzador-disco, que se multiplica por la longitud entre la vertical del centro de masa y el apoyo del pie izquierdo (Dapena & Anderst, 1997).

El hecho de no acercarse suficientemente el (CM) al soporte del pie izquierdo ocasiona la creación de un momento generador de fuerza igual al peso del sistema lanzador-disco, multiplicado por la longitud de la vertical del (CM) al soporte izquierdo (Floría, 2006). Se genera un giro adyacente del atleta, una menor transferencia de fuerza, y se desplaza la fuerza de reacción del suelo del (CM) hacia la izquierda (Dapena & Anderst, 1997).

Durante la fase de balanceo, se mantienen separados los brazos, se separa el disco del cuerpo y el tronco se coloca por delante del brazo lanzador que dirige el balanceo. Durante esta fase, los principales errores son (Barclay, 1993): a) comprobar que no hay un balance de hombros excesivamente activo, lo que provocará que el balanceo inicial se realice sobre las piernas y el disco se desplace sobre las caderas; y b) conducir con la pierna lateral y colocar el pie derecho sobre el borde izquierdo en la línea media del círculo en lugar de sobre la espalda.

### ***1.7.3 Fase de segundo apoyo simple***

El objetivo de esta fase es la transición rápida a la siguiente plaza de doble agarre, transmitiendo al disco la mayor cantidad de tracción posible sin perder el equilibrio (Barclay, 1993). Incluso en este espacio, la trayectoria descrita por el implemento es ondulada, no siendo paralela al suelo (Floría, 2006). Se flexiona y adelanta la pierna derecha, procurando bajar el pie izquierdo lo más rápido posible, mientras se mantiene el disco sobre el hombro, separado del cuerpo y retrasado. Con esta actividad se consigue que la cadera se adelante por delante del disco para rotar. Mediante esta actividad se alcanza eficazmente la etapa siguiente (Knowles, 1999).

### ***1.7.4 Fase de segundo apoyo doble***

A esta etapa también se le conoce como "posición de potencia". Según Tidow (1994), esta fase tiene un impacto del 80% en la distancia final de lanzamiento y del 40-60% en el desarrollo de la velocidad de despegue del disco, de acuerdo con Grigalka (1985) y Knicker

(1999), respectivamente. Durante esta etapa, se busca optimizar las habilidades de lanzamiento y maximizar la velocidad aplicada en el implemento, transfiriendo el momento lineal y angular del lanzador del disco (Vrabel, 1987).

La mejora del desempeño en la carrera de lanzamiento de disco se logra mediante varios factores. En primer lugar, se necesita aplicar una intensa fuerza en la entrada, lo cual ayuda a generar un impulso adecuado (Yu y otros, 2002). Además, es importante desarrollar el momento angular alrededor del eje vertical, lo cual se logra al girar el cuerpo en el aire (Dapena & Anderst, 1997). Otro aspecto crucial es mantener la abducción de la cadera y el hombro, así como la abducción del hombro y la mano después de la fase aérea (Leigh & Yu, 2007).

Una vez que se produce el contacto con el suelo, se inicia el balanceo de las piernas y ocurre una reacción de arranque previa al contacto del suelo (Watts, 1988). Durante esta etapa, el atleta experimenta una gran torsión entre el eje formado por ambas caderas y el eje entre los dos hombros. Esto genera una tensión muscular similar a la que se siente al estirar una cuerda de arco o un resorte de una lanzadera (Sinitsin, 1995).

Una de las principales limitaciones de esta etapa que afecta el lanzamiento es la posición incorrecta del pie durante el bloqueo y la dificultad para transferir la velocidad del tórax a la mano que sostiene el disco (Finch et al., 1998). Respecto a la posición del pie izquierdo, se recomienda colocarlo cerca de la línea media del círculo, en el lado izquierdo del mismo (Hay y Yu, 1996). Esto permite una rotación completa de la cadera. Durante el impulso, la pierna derecha se extiende y el disco se libera con los hombros lo más alejados posible del cuerpo, sobre la pierna izquierda que permanece firme (Barclay, 1993).

### **1.8 Acción tras la suelta**

Existen dos formas de realizar la actividad final: mediante el contacto de ambos pies en el suelo o al finalizar la actividad de empuje con la degeneración del contacto. Sin embargo, se ha demostrado que las mejores marcas se han logrado mediante el apoyo en el suelo (Arbeit & Cols, 1987). Esto se debe a que ofrece mejores condiciones para el empuje final y genera una gran tensión en las piernas. Además, esta modalidad permite alcanzar el ángulo de proyección óptima de forma más eficiente. Por otro lado, se ha encontrado que tener una mayor altura de lanzamiento del disco en el salto es beneficioso si se realiza con



apoyo en el suelo (Bartonietz, 2000). Sin embargo, la rotación después del lanzamiento indica que aún existe una reserva de fuerza de rotación que no ha sido utilizada (Vrabel, 1987).

## **1.9 Biomecánica**

La biomecánica es una ciencia que estudia el cuerpo humano y cada parte del aparato locomotor y su funcionamiento. La biomecánica ha sido utilizada desde hace mucho tiempo para comprender mejor cómo funcionan los diferentes órganos del cuerpo humano, como los músculos y los huesos. Los principios y fundamentos de la mecánica son esenciales en esta disciplina, ya que nos permiten analizar y estudiar los movimientos que realizamos y cómo se ven influenciados por las fuerzas que actúan sobre nosotros. (Aynaguano, 2020).

La biomecánica se subdivide en cinemática, que se encarga de analizar los movimientos a través de coordenadas, ángulos y describir sus características como velocidad y aceleración. La cinemática se enfoca en el estilo de movimiento que un deportista adopta al realizar una actividad física, teniendo en cuenta sus habilidades y destrezas. Esto incluye técnicas deportivas y otras habilidades y destrezas específicas que los individuos pueden ejecutar (Aynaguano, 2020).

El enfoque principal de la biomecánica cinética es el estudio y análisis del movimiento, así como de las fuerzas que lo generan. Estas fuerzas pueden actuar tanto cuando el cuerpo está en reposo como cuando actúan externamente para devolverlo a su estado normal. En el ámbito deportivo, la biomecánica cinética nos proporciona conocimientos sobre movimientos técnicos específicos y contribuye a mejorar el rendimiento de los deportistas, evitando lesiones y optimizando los resultados. Esto nos permite comprender mejor el sistema neuromuscular.

El médico especializado en Medicina del Deporte debe tener un entendimiento profundo de las características físicas del cuerpo humano y del comportamiento biomecánico para mejorar el rendimiento y prevenir lesiones en los deportistas.

### ***1.9.1 Biomecánica deportiva***

La biomecánica deportiva se define como el estudio de la acción motora en el ámbito deportivo y físico, con el objetivo de prevenir lesiones y mejorar los movimientos técnicos en el deporte. En este campo, se aplican diversas disciplinas científicas como la mecánica, la física, la fisiología y la anatomía, entre otras (Pérez S, 2015).

### ***1.9.2 Biomecánica de la actividad física y el deporte***

Vamos a enfocarnos específicamente en el estudio de los movimientos técnicos específicos que son necesarios para realizar actividades deportivas de manera correcta. Esto nos permitirá comprender la forma adecuada de correr en deportes de fondo y medio fondo, lo que a su vez mejorará los resultados, evitará lesiones y optimizará la técnica de los deportistas. Además, las empresas de marcas deportivas obtienen ventajas al fabricar materiales y equipos deportivos. Estos materiales ofrecen beneficios a los deportistas al correr, saltar, golpear, entre otras (Bermúdez, 2017).

La investigación de la biomecánica se dirige a varias áreas del movimiento humano como:

- Mecánica del movimiento humano.
- Funcionamiento de los músculos, tendones, ligamentos, cartílagos, y huesos.
- Carga y sobrecarga de estructuras específicas de sistemas vivos.
- Factores influyentes en el desarrollo

### **1.10 Principios biomecánicos del lanzamiento de disco**

Se considera que el análisis biomecánico cualitativo consiste en un método para examinar el movimiento humano desde un planteamiento sistemático integrado por cuatro fases a realizar en un análisis biomecánico cualitativo en cualquier tipo de labor motriz.

Las fases planteadas eran:

- Desarrollar un modelo biomecánico de la tarea.
- Observar la ejecución e identificar los errores.
- Jerarquizar los errores.
- Instruir a atleta.

Donde:

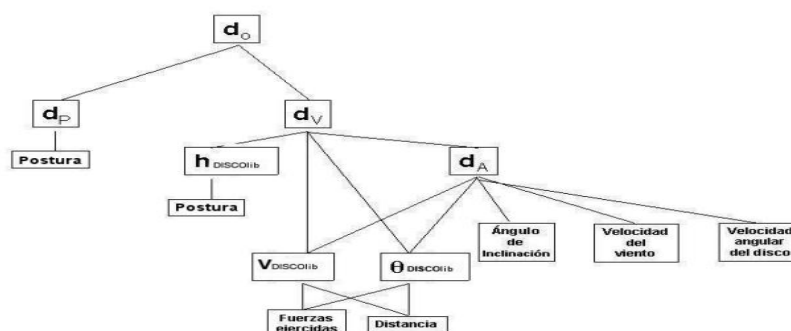
- **do; distancia oficial del lanzamiento:** la distancia horizontal entre la huella más próxima, producida por la acción de caer del disco, y la parte interna de la circunferencia del círculo de lanzamiento, tomada a lo largo de una línea que atraviesa el centro del mismo y la huella provocada por el disco.
- **dv; distancia de vuelo:** la distancia horizontal existente entre la huella más próxima provocada por el efecto de caída del disco y la parte interna de la circunferencia del círculo de lanzamiento, medida siguiendo una línea que pasa por el centro del círculo de lanzamiento y la trayectoria de la huella causada por el disco.
- **dp; distancia perdida:** Trayecto horizontal recorrido por el disco en vuelo y no contabilizado en la medición oficial de la distancia.
- **VDISCOLib; velocidad de liberación del disco:** Longitud del vector de velocidad del disco en el momento de la liberación, determinada por los tres componentes vectoriales de la velocidad.
- **ØDISCOLib; ángulo de liberación del disco:** valor del ángulo comprendido entre el vector velocidad y la posición horizontal en el momento del lanzamiento.
- **hDISCOLib; altura de liberación del disco:** distancia vertical entre el suelo y el centro del disco en el instante de su liberación.
- **dA; distancia aerodinámica:** es la distancia ganada o perdida a causa de las fuerzas aerodinámicas aplicadas al disco durante el vuelo.
- **Postura;** posición del lanzador en el momento de lanzar el disco.
- **Ángulo de inclinación;** grado de inclinación que forma el eje longitudinal del disco con la horizontal en el instante del lanzamiento.
- **Velocidad del viento;** intensidad y dirección del vector de velocidad del viento en el momento del vuelo del disco.
- **Velocidad angular del disco;** rapidez a la que gira el disco en relación con su eje vertical en el momento del lanzamiento.

La distancia oficial puede ser considerada como el resultado de la resta entre la distancia de vuelo y la distancia perdida:

$$d_o = d_v - d_p$$

El recorrido de vuelo está condicionado por la velocidad, altitud y ángulo de lanzamiento del disco, así como por factores aerodinámicos que afectan al vuelo del disco. La velocidad y el ángulo de lanzamiento dependen de la magnitud y la orientación de las fuerzas aplicadas al disco, además de la distancia sobre la que se aplican las fuerzas. En cuanto a la altura de lanzamiento, ésta viene condicionada por la postura que el atleta asume en el momento del lanzamiento.

Figura. 8. Modelo teórico de los factores que determinan la distancia oficial del lanzamiento



La magnitud de las fuerzas ejercidas por el aire sobre el vuelo del disco está determinada por:

- La velocidad de liberación del disco.
- El ángulo de liberación del disco.
- El ángulo de inclinación del disco sobre la horizontal en el instante de liberación.
- La velocidad del viento.
- La velocidad angular del disco en el instante de liberación (Floría, 2006).

Cuando se ha desarrollado el modelo biomecánico, a continuación, se observan e identifican los errores humanos que violan los principios biomecánicos. En definitiva, todos los movimientos del cuerpo y del disco están dirigidos por leyes mecánicas. En general, desde el punto de vista de los científicos y especialistas deportivos, se admite que una buena ejecución deportiva debe basarse en principios de la biomecánica (Rosa, 2014)

Así pues, para mejorar su rendimiento, el lanzador de disco debe conocer y aplicar correctamente los fundamentos biomecánicos de los desplazamientos coordinados aplicables

al lanzamiento de disco. A continuación, se enumeran algunos de los principios biomecánicos implicados en el lanzamiento de disco (Floría, 2006).

### **1.11 Principio de acción - reacción**

Según este principio, si el objeto A ejerce una fuerza sobre el objeto B, el objeto B ejercerá una fuerza de igual magnitud y dirección opuesta. Tratándose del lanzamiento de disco, el ejecutor del lanzamiento aplica una fuerza sobre el terreno, y éste aplica una fuerza de reacción al ejecutor del lanzamiento de la misma magnitud y dirección opuesta (Bermejo, 2012).

Si la línea de acción de las fuerzas pasase por el centro de masas del sistema formado por las masas del lanzador y del disco se produciría un movimiento lineal. Pero si la línea de acción de las fuerzas no pasase por el centro de masas produciría un momento de fuerza alrededor del centro de masas que haría girar el sistema. El lanzamiento de disco es un evento que combina movimiento lineal con rotacional para incrementar la velocidad de liberación del disco, aunque la velocidad final del disco se debe principalmente al movimiento rotacional, más que al lineal (Bermejo, 2012, p. 8).

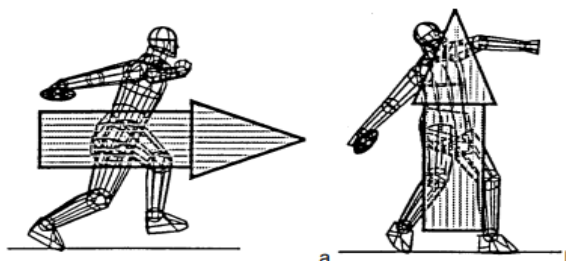
Dapena y Anderst (1997) realizaron un cálculo del momento lineal y angular de un grupo de lanzadores de disco. Según los resultados de este estudio, el impulso lineal horizontal contribuyó en aproximadamente un 6% a la creación de la velocidad horizontal en el lanzamiento del disco, en tanto que el impulso angular alrededor del eje vertical contribuyó en el 94% restante (Floría, 2006).

Semejantes resultados se encontraron en la generación de velocidad vertical, el momento lineal vertical contribuyó en un 10%, mientras que el momento angular sobre el eje anteroposterior aportó el 90% restante. El movimiento de lanzamiento del disco se realiza con un implemento con una masa de 2 kg en la categoría masculina y de 1 kg en la femenina, el cual el lanzador sostiene con su mano dominante y separado de su cuerpo (Ualdina, 2015).

Este movimiento lineal está causado las fuerzas concéntricas que resultan de las fuerzas ejercidas por los pies sobre el suelo. Las fuerzas de reacción horizontal y vertical producen un impulso lineal que causa la translación del sistema lanzador + disco hacia

delante y hacia arriba. De esta manera, aumenta la componente horizontal y vertical del lanzamiento del disco.

**Figura. 9.** Momento lineal hacia delante (a) y momento lineal hacia arriba (b).

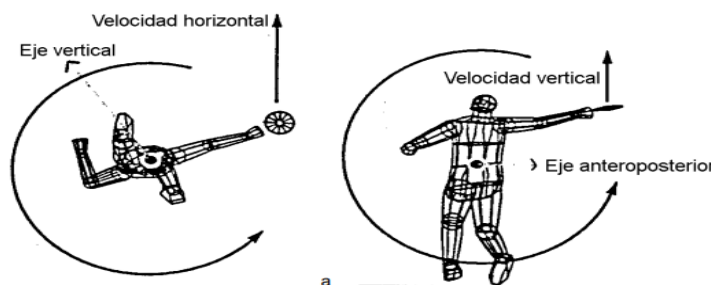


**Autor:** Dapena, 1993

Para producir la rotación son necesarias fuerzas excéntricas. Por fuerzas excéntricas se entienden aquéllas cuya línea de acción no atraviesa el centro de masa del sistema. El momento generador de las fuerzas excéntricas producidas por las acciones de los pies contra el suelo, aplicadas durante un intervalo de tiempo producirá momento angular. Los momentos angulares existen fundamentalmente en dos sentidos independientes (Torrents, 2005)

- Momento angular sobre el eje vertical visible desde una posición central como una rotación en dirección opuesta a las agujas del reloj. Este momento genera velocidad angular sobre el eje vertical que se transforma en velocidad lineal horizontal en el instante de liberación.

**Figura. 10.** Momento angular sobre el eje vertical (a) y momento angular sobre el eje anteroposterior (b).



**Autor:** Dapena, 1993

- Momento angular sobre el eje antero-posterior alineado con la línea media de la zona de lanzamiento, visible desde la parte posterior del círculo de lanzamiento como una rotación en contra de las agujas del reloj. Este momento genera velocidad angular sobre el eje anteroposterior que se transforma en velocidad lineal vertical en el instante de liberación.

### **1.12 Principio de acción secuencial o de transferencia del momento angular**

El Principio de Acción Secuencial es un concepto fundamental en biomecánica aplicado a lanzamientos, como el lanzamiento de disco, donde se busca maximizar la velocidad de liberación del objeto para incrementar la distancia del lanzamiento. Este principio destaca la importancia de la secuencia ordenada de movimientos en el reclutamiento de los segmentos corporales para lograr la máxima velocidad en el segmento más distal del sistema de segmentos unidos.

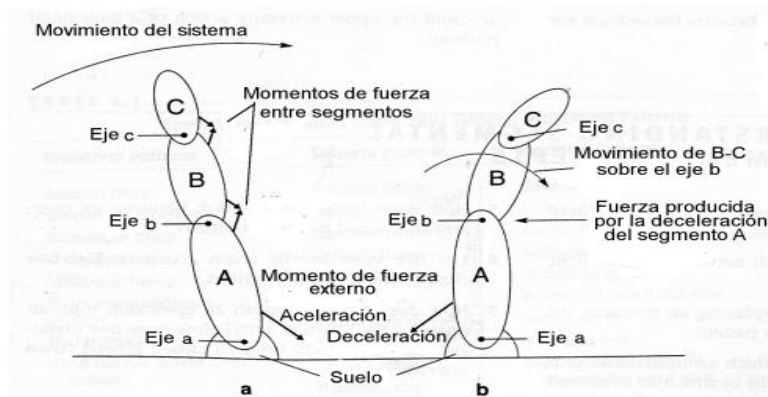
La secuencia de movimientos generalmente comienza con los grupos musculares proximales, que son más grandes y potentes, y continúa hacia los músculos más distales de las extremidades portadoras del objeto, que son más pequeños y rápidos. Esta secuencia permite transferir la máxima velocidad desde los segmentos proximales a los distales, lo que es crucial para lograr una mayor velocidad de liberación del objeto durante el lanzamiento (Bermejo, 2012).

Las figuras 11 y 12 presentan un modelo gráfico que explica cómo se puede generar la máxima velocidad en el segmento más distal de un sistema de segmentos unidos. Los segmentos "A," "B," y "C" representan masas decrecientes y están unidos por ejes de rotación "a," "b," y "c," respectivamente. La flecha del segmento "A" representa el momento de fuerza aplicado al segmento unido al suelo, mientras que los momentos intermusculares entre los segmentos "A" y "B" y entre "B" y "C" permiten resistir el movimiento de los segmentos distales relativos al segmento proximal (Lobato, 2016).

Si se realiza una acción que desacelere el segmento "A," se genera una fuerza de desaceleración que fija el eje "b" en el espacio. Sin embargo, debido a que los segmentos "B" y "C" son libres para moverse en sentido horario sobre el eje "b," conservan el mismo momento angular y continúan rotando a alta velocidad.

En resumen, el Principio de Acción Secuencial destaca la importancia de una secuencia ordenada de movimientos en los lanzamientos para transferir la máxima velocidad desde los segmentos proximales hacia los distales, lo que contribuye a lograr una mayor velocidad de liberación del objeto y, por lo tanto, una mayor distancia en el lanzamiento (Lobato, 2016).

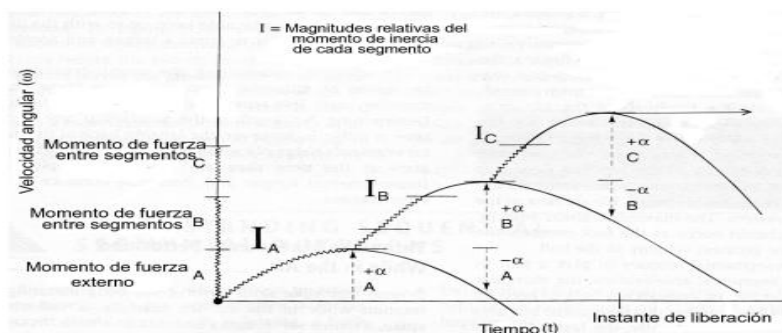
**Figura. 11.** Modelo de un sistema de cadena abierta de tres segmentos.



**Autor:** Dapena, 1993

Puesto que el eje de rotación de los segmentos “B” y “C” se ha movido desde el eje “a” hasta el eje “b”, el radio de giro y el momento de inercia para el resto del sistema (segmentos “B” y “C”) se han reducido. Consecuentemente, suponiendo que en este modelo simplificado el momento angular del sistema se conserve y teniendo en cuenta que los segmentos “B” y “C” tienen masas más pequeñas y un menor radio de giro sobre el eje “b”, la velocidad angular de los segmentos “B” y “C” se verá aumentada (Floría, 2006, pp. 18-26).

**Figura. 12.** Modelo conceptual del Principio de Acción Secuencial



**Autor:** Dapena, 1993



Es importante remarcar que el momento de inercia del sistema se ha reducido porque el eje de rotación se ha desplazado a un punto más cercano a los dos segmentos distales y, consecuentemente, se ha reducido el radio de giro, al mismo tiempo que se ha eliminado del sistema la masa del segmento “A” (Floría, 2006, p. 45)

Si bien, el Principio de Acción Secuencial ha sido postulado como el más usado y perfeccionado por lanzadores experimentados existen muy pocas evidencias científicas que soporten tal asunción.

El Principio de Acción Secuencial ha sido investigado usando técnicas de simulación computarizada. Leblanc y Dapena (2002) en un estudio reciente, analizaron cual sería la configuración del sistema más beneficiosa para tal fin; para ello desarrollaron y analizaron las ecuaciones que aclaran la relación mecánica entre varios parámetros y la velocidad del punto más distal de una cadena cinemática de dos segmentos (Floría, 2006, pp. 54-61).

Los autores llegaron a la conclusión de que para que el movimiento de la cadena fuera lo más ventajoso posible, el factor más influyente fue el cociente entre la velocidad angular del segmento distal y la velocidad angular del segmento proximal, de forma que a mayor cociente mayor optimización del movimiento.

### **1.13 Recobro**

Una vez que ha sido lanzado el disco, el atleta realiza alguna forma de recobro con los objetivos de contrarrestar las fuerzas de reacción del suelo por el impulso vertical de las extremidades inferiores y de prevenir el fallo por salida del círculo (Floría, 2006).

El lanzamiento ideal debería finalizar en un perfecto equilibrio, con una completa transferencia de toda la energía cinética hacia el disco y sin ningún movimiento rotacional del lanzador, ya que la abundancia de movimientos manifiesta que la energía cinética del lanzador no ha sido completamente transferida al disco. Pero el ideal se aleja de la realidad y la inmensa mayoría de lanzadores realizan algún tipo de recobro (Floría, 2006, p. 87).

**Figura. 13.** Secuencia del recobro



Autor: Silvester, 2003

Básicamente hay dos tipos (Hay, 1993; Silvester, 2003):

- **Recobro ortodoxo:** Consiste en una flexión de las rodillas para descender el centro de masas. Por su naturalidad se considera el más sencillo de aprender y ejecutar.
- **Reverso hilado o Cambio de pies:** Una vez que el disco ha despegado el lanzador cambia la situación de los pies en el círculo de lanzamiento, pasando a recaer el peso del pie izquierdo al pie derecho y apoyando el pie izquierdo cerca del centro del círculo. Esta técnica comporta una o más rotaciones sobre el metatarso del pie derecho con el objeto de disipar el momento angular sobrante del giro y del lanzamiento. Éste, resulta más complicado y efectivo para potentes lanzamientos y a su vez conlleva mayor riesgo si aparece algún error en la ejecución (Bermejo, 2012, p. 67).

El número de hombres que lanza con cambio de pies es superior al de los que realizan el recobro ortodoxo, ocurriendo en las mujeres todo lo contrario.

Bosen (1981) indica que la utilización de una técnica u otra viene definida por las características físicas del lanzador. Un lanzador explosivo utilizará un recobro con reverso, mientras que un lanzador menos explosivo usará un recobro ortodoxo.

Bashian (1998) explica el posible efecto positivo al realizar el cambio de pies antes del fin del lanzamiento, basándose en la relación encontrada entre el cambio de pies en el lanzamiento y los ángulos de ataque negativos del disco, puesto que un ángulo de ataque

negativo en el lanzamiento con aire en contra es crucial para conseguir mayor distancia (Frohlich, 1981).

En síntesis, la utilización de esta técnica al final del lanzamiento redundará en un beneficio siempre que sea ejecutada correctamente. La explicación de esa relación es que en la ejecución del cambio de pies el lanzador realiza un impulso vertical con el miembro inferior adelantado que le lleva a lanzar en despegue; este impulso genera una velocidad vertical que se aplicará al disco en el despegue y que, sin variar el ángulo de ataque del disco, contribuirá a que éste sea más negativo.

En los apartados anteriores se ha intentado dar las líneas generales del lanzamiento de disco, pero como ya se advirtió al inicio de este apartado cada lanzador posee su propio estilo. De entre dichos estilos personales existentes entre los lanzadores, se podrían englobar en tres estilos básicos (Morris, 1981; Bowerman, 1990):

- **Estilo de Torsión o Torque Style:** Este estilo se centra en adquirir una torsión máxima al inicio de la Fase 5. Para ello, el atleta al inicio del movimiento rota sobre su pie izquierdo  $270^\circ$  y cuando se dirige en vuelo hacia la frontal a través del círculo de lanzamiento, intenta rotar el tronco y las extremidades inferiores en contra de las agujas del reloj. Esto crea una acción opuesta en el miembro superior que causa que éste rote en la dirección de las agujas del reloj creando una posición de torsión máxima.
- **Estilo de Velocidad Lineal o Linear Speed Style:** Este estilo se centra en realizar el movimiento a la máxima velocidad. Para ello el atleta mantiene todos los segmentos corporales cercanos al eje vertical para facilitar la rotación rápida sobre dicho eje.
- **Estilo Lineal-Rotatorio o Style Lineal-Rotatory:** En este estilo el atleta al inicio del movimiento mantiene los segmentos alejados del eje vertical como medida para crear un gran momento angular. Cuando el atleta inicia la traslación hacia la frontal cruzando el círculo de lanzamiento, añadirá el momento lineal correspondiente.

### 1.14 Vuelo del disco

El vuelo del disco ha sido objeto de un gran interés científico en la literatura consultada, con numerosos estudios que analizan las fuerzas que afectan al disco durante su vuelo. También se han llevado a cabo investigaciones para determinar las condiciones óptimas de liberación con el objetivo final de maximizar la distancia de lanzamiento (Floría, 2006)

La trayectoria de vuelo del disco y su comportamiento están influenciados por la interacción de los parámetros de liberación, las características físicas del disco (momento de inercia, masa y forma) y las condiciones del viento en el lugar de lanzamiento (Floría, 2006)

Para lograr la máxima distancia de vuelo, el atleta debe lanzar el disco con una combinación óptima de velocidad, ángulo y altura de liberación, teniendo en cuenta las condiciones aerodinámicas específicas.

Algunos autores (Hubbard, 1989; Linthorne, 2001) están de acuerdo en que estos parámetros no son independientes y sugieren que no se puede lograr la misma velocidad de liberación en un amplio rango de ángulos de liberación.

Por otra parte, es posible que la estructura del cuerpo humano afecte a la producción de fuerza en determinadas orientaciones más que en otras (Hubbard, 1989; Linthorne, 2001). De entre todos los parámetros, la velocidad de lanzamiento presenta una fuerte correlación respecto a la distancia de lanzamiento, lo que la convierte indiscutiblemente en el factor más importante. Los estudios científicos sobre la fase de vuelo apoyan las siguientes afirmaciones sobre las condiciones de lanzamiento necesarias para maximizar la distancia de lanzamiento (Torrents, 2005):

- La velocidad de liberación debe ser lo más alta posible, siendo el parámetro más crucial en la liberación.
- La altura de liberación debe ser máxima. Aumentar la altura de liberación generalmente resulta en una mayor distancia de lanzamiento, pero esto debe hacerse sin comprometer otras condiciones óptimas de liberación.

- El disco debe ser lanzado con una alta velocidad de giro sobre su eje vertical, mientras que las velocidades angulares sobre los otros ejes deben ser nulas.

Puesto que la velocidad de liberación del disco reviste una enorme importancia, la mayor parte del entrenamiento se concentra en incrementar la magnitud de las fuerzas ejercidas sobre el disco y aumentar la distancia sobre la que se ejercen dichas fuerzas.

Se observa en la tabla 1 que el rango de alturas de liberación reportado en la literatura científica es bastante limitado, probablemente debido a que el lanzador solo puede ajustar la altura de liberación en pequeñas fracciones de metro (Floría, 2006).

Cuando se comparan las alturas de liberación entre hombres y mujeres, se observan disparidades que justifican estas desigualdades por las diferentes alturas entre ambos grupos y en ningún caso por divergencias técnicas. Al comparar las alturas de liberación en función del porcentaje de estatura, los autores no observaron diferencias significativas entre los dos grupos.

**Tabla 1.**

*Muestra, distancia oficial, velocidad, altura y ángulo de liberación de los estudios más relevantes seleccionados de la bibliografía*

<b>Autores</b>	<b>n</b>	<b>Sexo</b>	<b>dO (m)</b>	<b>VDISCOLib (m/s)</b>	<b>hDISCOLib (m)</b>	<b>ΘDISCOLib (°)</b>
<b>Terauds, 1978</b>	10	M	61.57 SD 5.67	24.71 SD 1.46	1.67 SD 0.29	36.6 SD 2.1
<b>Gregor y cols. 1985</b>	9	M	65.59 SD 0.71	24.8 SD 0.4	1.73 SD 0.14	35.6 SD 2.0
<b>McCoy y cols. 1985</b>	46	M	62.59 SD 2.68	25.8 SD 0.9	1.90 SD 0.25	35.6 SD 2.1
<b>Stepanek, 1986</b>	2	M	63.77 SD 4.48	24.45 SD 1.34	1.65 SD 0.01	35.5 SD 0.7
<b>Susanka y cols. 1988</b>	8	M	65.96 SD 1.40		1.42 SD 0.17	
<b>Knicker, 1990</b>	30	M	63.23 SD 2.16	22.8 – 26.0		
<b>Lindsay, 1991 (citado por Bartlett, 1992)</b>	7	M	51.93 SD 3.86	23.0 SD 1.8		36 SD 3
<b>Knicker, 1992</b>	9	M	63.76 SD 3.07	24.6 SD 0.7		34.9 SD 5.2
<b>Knicker, 1994a, 1994b</b>	8	M	64.31 SD 2.44	25.6 SD 1.1	1.8 SD 0.2	36.2 SD 2.6

<b>Hay y Yu, 1995a, 1995b, 1996</b>	14	M	59.07 SD 4.43	23.80 SD 0.99	1.65 SD 0.17	36.1 SD 2.6
<b>Silvester y McCoy, 1995</b>	9	M	49.53 SD 5.75	21.03 SD 1.52	1.59 SD 0.17	35.4 SD 2.9
<b>Dapena y Anderst, 1997</b>	26	M	58.44 SD 2.98	23.6 SD 0.6	1.71 SD 0.11	35 SD 3
<b>Dapena y cols. 1997</b>	17	F	56.16 SD 4.00	22.8 SD 0.9	1.57 SD 0.15	35 SD 2
<b>Knicker, 1999</b>	47	M	63.37 SD 2.43	24.1 SD 1.1		33.9 SD 3.5
<b>Xie, 2000</b>	2	M	56.37 SD 3.4			

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

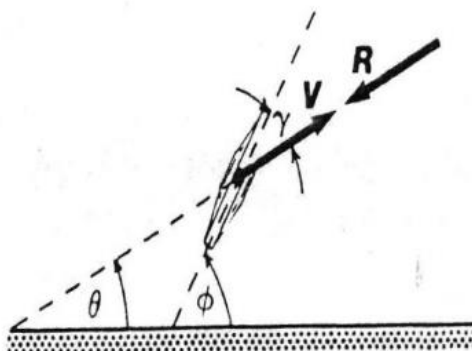
**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)

En relación con la liberación del disco, los ángulos que describen su posición y movimiento están determinados en función de la dirección del flujo del aire y utilizando un sistema de coordenadas absoluto fijado en la tierra (figura 14) (Bartlett, 1992; Hay, 1993). Los siguientes son los ángulos que se consideran:

- **Ángulo de liberación ( $\theta$ ):** Es el ángulo entre el vector velocidad del disco y la horizontal en el momento exacto de la liberación.
- **Ángulo de inclinación ( $\Phi$ ):** Se refiere al ángulo formado por el eje longitudinal del disco y la horizontal en el momento de la liberación.
- **Ángulo de ataque ( $\gamma$ ):** Se define como el ángulo entre el eje longitudinal del disco y la dirección relativa del viento en el área de lanzamiento.
- **Ángulo de basculación (roll):** Es el ángulo que se forma entre el eje longitudinal del disco y el plano transversal del disco.

Estos ángulos proporcionan información crucial sobre la posición y orientación del disco en el momento del lanzamiento y son fundamentales para analizar su trayectoria y rendimiento durante el vuelo. Los estudios científicos han considerado estos ángulos para comprender cómo afectan a la distancia de lanzamiento y cómo se pueden optimizar para mejorar el rendimiento en el lanzamiento de disco.

**Figura. 14.** Ángulos estudiados en el instante de liberación del disco: ángulo de liberación ( $\theta$ ), ángulo de inclinación ( $\Phi$ ), ángulo de ataque ( $\gamma$ ), vector velocidad del disco ( $V$ ) y vector velocidad del viento ( $R$ ).



**Autor:** Adaptado de Hay (1993)

La literatura científica presenta estudios que buscan medir y determinar los valores que favorezcan el aumento de la distancia de vuelo del disco. En la teoría del lanzamiento de un proyectil, el ángulo de liberación considerado óptimo es de  $45^\circ$  para cualquier velocidad de liberación, siempre y cuando los puntos de lanzamiento y aterrizaje estén a la misma altura.

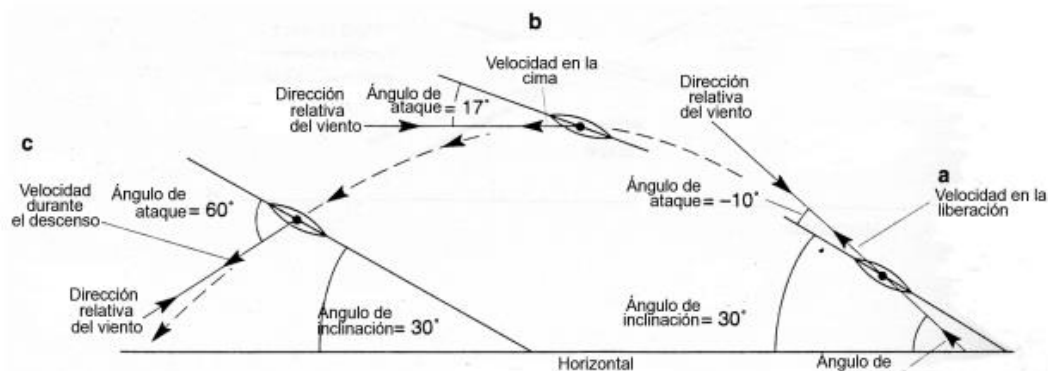
En el lanzamiento de disco, la relación entre los parámetros de altura, velocidad y ángulo de liberación establece que cada combinación de altura y velocidad tiene un único ángulo óptimo de liberación que maximiza la distancia de lanzamiento posible. En igualdad de velocidad de liberación, a mayor diferencia entre la altura de liberación y la de aterrizaje, menor debe ser el ángulo de liberación (Bermejo, 2012).

Además, cada lanzador tiene un ángulo de liberación único que logra la mayor distancia de lanzamiento para el objeto. Los estudios de optimización de los parámetros de liberación del disco sugieren que, en condiciones de viento calmado, el ángulo de liberación óptimo debe estar entre  $35^\circ$  y  $37^\circ$  para hombres, y un poco menor, entre  $35^\circ$  y  $36^\circ$ , para mujeres, debido a sus mejores características aerodinámicas y menor masa (Floría, 2006).

Ahora bien, los ángulos de lanzamiento máximos calculados en teoría son similares a los valores observados en los lanzamientos reales. En las simulaciones del vuelo del disco se comprueba que los valores óptimos del ángulo de lanzamiento en condiciones de viento en calma se sitúan entre  $26^\circ$  y  $27^\circ$ . En condiciones de viento en calma, la estrategia óptima

consiste en lanzar el disco empleando un ángulo de cabeceo entre  $5^\circ$  y  $10^\circ$  menor que el ángulo de lanzamiento, dejando expuesta la parte superior del disco al flujo de aire en sentido contrario en las últimas fases del vuelo para obtener una potencia de sustentación que contribuya a que el disco avance antes de caer (Bermejo, 2012).

**Figura. 15.** Ángulo de ataque, ángulo de liberación y ángulo de inclinación del disco en el instante de liberación (a), en el punto más alto del vuelo (b) y durante el descenso (c)



**Autor:** (Adaptado de Kreighbaum y Barthels, 1999).

### 1.15 Fuerza aerodinámica

Una vez que el disco ha sido lanzado y se encuentra en vuelo, existen dos fuerzas principales que influyen en su movimiento hasta que finalmente llega al suelo: la fuerza de gravedad y la fuerza del aire. Aunque estas fuerzas no pueden ser controladas por el lanzador, sus efectos pueden tener un impacto significativo en la distancia de lanzamiento, por lo que comprenderlas y conocerlas es fundamental para mejorar el rendimiento.

La forma no esférica del disco le otorga características aerodinámicas que afectan el comportamiento de las fuerzas que actúan sobre él. Una mayor capacidad aerodinámica hace que la fase aérea del vuelo sea más interesante y compleja. Entre los cuatro implementos utilizados en los concursos de lanzamientos, la jabalina presenta el coeficiente aerodinámico más alto (5.33), lo que la hace la más aerodinámica, seguida por el disco, que tiene un coeficiente aerodinámico de 0.764 (Floría, 2006)



**Tabla 2.***Características físicas del disco de categoría masculina*

Masa (Kg)	2.0
Volumen (l)	0.90
Densidad (Kg/l)	2.22
Área de proyección (m <sup>2</sup> )	0.039
Masa inversa (Kg <sup>-1</sup> )	0.50
Coeficiente de arrastre	1.0
Aerodinamicidad ( $F_{aero}/F_{grav}$ )	0.764

- **F<sub>aero</sub>**: Fuerza máxima aerodinámica posible que pueda actuar durante el vuelo.
- **F<sub>grav</sub>**: Constante gravitacional

En la literatura científica, se han realizado numerosos estudios enfocados en el efecto del viento sobre la distancia de lanzamiento del disco, desde que Taylor (1932) (citado por Frohlich, 1981) concluyera en su investigación que, bajo ciertas condiciones de viento, el disco puede lograr mayores distancias de lanzamiento (Floría, 2006).

Para simplificar los cálculos, la mayoría de estos estudios asumen algunas condiciones específicas: que la velocidad del viento es constante durante el lanzamiento e independiente de la altitud, que el disco rota solamente sobre un eje perpendicular a su plano, que los movimientos de rotación sobre los otros ejes son nulos, que la dirección del viento es paralela a la dirección del lanzamiento y que el plano del disco cruza el plano del suelo en una línea perpendicular a la dirección del lanzamiento (Eriksen, 1985).

Con estas hipótesis, la trayectoria del disco se calcula en función de las condiciones iniciales de velocidad de lanzamiento, velocidad del viento, ángulo de lanzamiento, inclinación del disco y altura de lanzamiento. La mejor condición de viento para lanzar el disco es la de viento frontal fuerte, pero no el de viento huracanado.

Un viento fuerte en contra hace que el disco y el aire se muevan juntos en la misma dirección, lo que reduce las fuerzas que ejercen uno sobre el otro y limita el efecto elevador del aire, acortando la distancia de lanzamiento (Floría, 2006)

La velocidad y dirección del viento afectan la técnica con la que se debe lanzar el disco

- Con viento en contra, el ángulo de inclinación del disco en el momento de la liberación debe ser aproximadamente de  $10^\circ$  a  $15^\circ$  menor que el ángulo de liberación. Esto permite que, durante la mayor parte del vuelo, la resistencia al avance sea mínima y la fuerza de sustentación sea máxima.
- Cuando la velocidad del viento en contra aumenta, el ángulo de liberación debe disminuir.
- Con viento a favor, el ángulo de liberación debe aumentarse.

En competición, el viento en contra beneficia más a los lanzadores experimentados que a los menos experimentados, ya que se requiere un mayor control sobre los ángulos del disco para lograr un rendimiento óptimo, además con viento en contra, el atleta debe controlar el ángulo de liberación en un rango de  $\pm 5^\circ$  y el ángulo de inclinación en un rango de  $\pm 3^\circ$  para optimizar su rendimiento (Bermejo, 2012).

Al lanzar con viento en contra, es especialmente importante usar un ángulo de inclinación muy cercano al óptimo. Solo aquellos lanzadores que logren alcanzar el ángulo óptimo obtendrán el máximo beneficio del viento, mientras que aquellos que no cumplan esta premisa verán considerablemente acortada su distancia de lanzamiento

Con respecto al viento a favor, Frohlich (1981) encontró en sus simulaciones que los valores óptimos tienen un mayor rango de variación, aproximadamente entre  $\pm 6^\circ$  para el ángulo de liberación y entre  $\pm 15^\circ$  para el ángulo de inclinación. Esto demuestra que, en condiciones de viento a favor, la velocidad y dirección del disco en el momento de la liberación son más importantes en detrimento del ángulo de inclinación (Ulloa, 2001)

Para evaluar el efecto de las fuerzas aerodinámicas sobre el disco durante su vuelo, se ha utilizado un cálculo en la literatura científica que compara la distancia teórica en un hipotético lanzamiento en vacío con la distancia oficial de lanzamiento. Esta diferencia, ya sea ganada o perdida, se denomina distancia aerodinámica y ha sido analizada en estudios previos (Floría, 2006).

**Tabla 3.**

*Muestra, distancia oficial y distancia aerodinámica de los estudios seleccionados de la bibliografía*

<b>Autores</b>	<b>n</b>	<b>Sexo</b>	<b>do (m)</b>	<b>dA (m)</b>
Terauds, 1978	10	M	61.57 SD 5.67	-0.58 SD 4.58
Hay y Yu, 1995a	14	M	59.07 SD 4.43	2.42 SD 3.29
Dapena y Anderst, 1997	26	M	58.44 SD 2.98	2.95 SD 3.02
Dapena y cols. 1997	17	F	56.16 SD 4.00	4.83 SD 2.98

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)

### **1.16 Métodos de valoración de la técnica del lanzamiento de disco**

Las evaluaciones periódicas del lanzamiento de disco pueden ser altamente beneficiosas para la planificación del entrenamiento, especialmente para mantener y mejorar la técnica. Toda planificación y entrenamiento deben incluir un proceso sistemático de evaluación del rendimiento, y los informes científicos deportivos son una contribución valiosa para este propósito (Torrents, 2005).

Grosser y sus colegas (1989) establecieron cinco pasos secuenciales en el proceso de control y evaluación de la ejecución del movimiento:

1. Diagnóstico de la ejecución actual, tanto en entrenamientos como en competiciones.
2. Establecimiento de objetivos y planificación de entrenamientos y competiciones.
3. Ejecución de entrenamientos y competiciones.
4. Control y análisis del entrenamiento y las competiciones mediante autoobservación y observación objetiva.
5. Evaluación, comparación de objetivos y corrección de errores (Lorenzo, 2006).

Para establecer y evaluar los objetivos, es necesario crear un perfil de las demandas del evento que identifique las variables críticas para el rendimiento y su nivel de influencia

(Knicker, 1992). Los técnicos deportivos han utilizado diversos métodos para evaluar la técnica de los lanzadores de disco, incluyendo la observación sistemática dentro de un análisis cualitativo (Torrents, 2005).

Para facilitar el análisis técnico del lanzamiento de disco, se han propuesto las "listas de control técnico" en la bibliografía. Estas listas incluyen aspectos técnicos clave y criterios para evaluarlos, mediante escalas de puntuación que van desde "1" (ejecución deficiente) a "4" (ejecución excelente). Algunos autores, como McGill (1983), Bosen (1985), Bottcher (1993), Altmeyer y cols. (1994), Waters (1994), han desarrollado sus propias versiones de estas listas (Bermejo, 2012).

Aunque las valoraciones cualitativas son útiles para técnicos y atletas, pueden ser limitadas cuando se busca un análisis más profundo de la técnica. La biomecánica deportiva tiene como objetivo mejorar la efectividad del movimiento y ofrece diversas propuestas para el análisis técnico de gestos deportivos (Sánchez, 2007).

Un ejemplo de análisis kinesiológico propuesto por Lutgens y Wells (1985) incluye los siguientes componentes:

1. Descripción del movimiento y su propósito principal.
2. Análisis anatómico, considerando las acciones articulares, la participación muscular y los mecanismos neurológicos involucrados.
3. Análisis mecánico, identificando leyes y principios que explican la ejecución adecuada y las razones mecánicas del éxito o fracaso.
4. Prescripción para mejorar el rendimiento, con estrategias para lograr un movimiento más acorde con lo anatómico y mecánico.

Kreighbaum y Barthels (1999) propusieron un análisis que incluye identificar el objetivo del movimiento, dividir la habilidad en fases, identificar el propósito mecánico de cada fase, elaborar una relación de factores biomecánicos y principios biomecánicos

relevantes, y finalmente, listar características críticas que pueden ser observadas por el entrenador (Sánchez, 2007).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Alcance de la investigación

Esta investigación es un estudio descriptivo-comparativo y su naturaleza es cualitativa a causa del análisis de las valoraciones técnicas sobre la ejecución de los movimientos deportivos objeto de estudio.

#### 2.2 Tipo de Investigación

Es una investigación descriptiva ya que permite determinar los diferentes datos necesarios, y de campo ya que la información se obtiene desde la fuente misma.

#### 2.3 Población de estudio y tamaño de muestra

El tipo de población de esta investigación es finita ya que es conformada por los atletas de la Unidad Educativa “Carlos Cisneros” de la ciudad de Riobamba en el periodo 2022-2023, y se empleó el muestreo estratificado ya que son 3 lanzadores de la categoría menores (12-13 años) de la institución.

#### 2.4 Métodos de análisis, y procesamiento de datos

En la presente investigación científica estuvieron presentes el tipo documental ya que permitió a través de otras investigaciones tomar una referencia del estudio que queremos realizar y también es descriptivo porque estudiamos los gestos que realizan los deportistas en la ejecución de la técnica de lanzamiento. El inductivo deductivo que nos permitirá observar y analizar falencias en el gesto técnico de los deportistas en estudio.

Los instrumentos que utilizaremos para realizar el presente proyecto de investigación son:

- Determinación de la muestra de estudio para el análisis biomecánico de la técnica en el lanzamiento del disco.
- Para la valoración biomecánica de los gestos técnicos objeto de estudio, se emplea el software de análisis biomecánico kinovea 8.15, el cual permite mediante capturas videográficas con una cámara Sony Cyber-shot DSC-W210 con un rango de error de 1,3 mp, efectuar una valoración biomecánica a lo largo de la ejecución del gesto

mecánico estudiado. Dicho programa posibilitará la documentación del gesto técnico, para poder trabajar con las imágenes y la observación de los movimientos a cámara lenta.

Para la evaluación del gesto técnico en estudio se utilizará las siguientes metodologías:

- Realización de una descripción detallada de las muestras de estudio.
- Implementación de un modelo estructural por fases de la técnica del giro en el lanzamiento del disco. Este modelo considera todas las características del gesto técnico y permite precisar la composición de las fases de dicha técnica.
- Utilización de una ficha de observación para evaluar las necesidades y deficiencias técnicas de tres atletas de la categoría menores de la Unidad Educativa "Carlos Cisneros" de Riobamba en esta disciplina.
- Revisión bibliográfica de la técnica de giro en el lanzamiento de disco como gesto en estudio. En esta etapa se analizarán las distintas clasificaciones de la técnica propuestas por varios autores.
- Desarrollo estructural de la técnica de giro en el lanzamiento del disco utilizando el método de desglose de la técnica. Se determinarán las fases, momentos y límites de la técnica.
- Recopilación de datos cualitativos de la muestra en estudio.
- Captura de videos que muestren la ejecución del gesto técnico del giro en el lanzamiento del disco.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Así mismo establecer una relación en la fase del giro y la distancia del lanzamiento a través de un pre test para la asimilación de posibles errores encontrados. Por otro lado, poder aplicar la fase de giro para mejorar la distancia en el lanzamiento del disco mediante un post test esperando corregir los posibles errores encontrados. Al mismo tiempo poder evaluar el lanzamiento mediante el análisis biomecánico de la técnica de lanzamiento mediante el programa Kinovea.

La investigación que se presenta en este plan de exploración conduce a dos posibilidades. La primera opción resulta en un Cuadro de Indicadores de Eficacia del lanzamiento de disco ingeniado a partir de las contribuciones de los preparadores deportivos, biomecánicos y de los trabajos recopilados de la bibliografía consultada sobre el lanzamiento de disco. Y la segunda opción resulta de la aplicación de normas de biomecánica deportiva para el análisis de las variables de eficiencia de la norma en estudio.

#### 3.1 Análisis biomecánico de la técnica de lanzamiento del disco

**Tabla 4.**

*Posición De Salida 1*

CRITERIOS A EVALUAR	VALORACIÓN
<b>Criterio de eficacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Llevar el disco atrás de la espalda como sea posible</li> </ul>
<b>Aspecto técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El deportista se coloca en posición de espaldas a la dirección de lanzamiento en la parte de atrás del círculo de lanzamiento.</li> <li>➤ Posición de los pies respecto a la línea media del círculo de lanzamiento.</li> <li>➤ Alejar el disco lo máximo posible del cuerpo del lanzador.</li> <li>➤ Establecer una máxima torsión de caderas.</li> <li>➤ Establecer una máxima torsión de hombros.</li> </ul>



<b>Variable biomecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Distancia horizontal entre la punta de los pies y el perímetro posterior del círculo de lanzamiento.</li> <li>○ Distancia horizontal entre el metatarso izquierdo y la línea media del círculo de lanzamiento.</li> <li>○ Distancia horizontal entre el disco y el centro de masas del sistema lanzador+disco.</li> <li>○ Porcentaje, respecto a la estatura del sujeto, de la distancia horizontal entre el disco y el centro de masas del sistema lanzador+disco.</li> <li>○ Ángulo entre el eje de caderas y la línea de pies.</li> <li>○ Ángulo entre el eje de hombros y la línea de pies.</li> <li>○ Ángulo entre el eje de caderas y el eje de hombros.</li> </ul>
<b>Criterio de valoración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A menor distancia, mayor proximidad al borde posterior del círculo de lanzamiento.</li> <li>✓ A menor distancia, mayor proximidad del apoyo izquierdo a la línea media del círculo de lanzamiento.</li> <li>✓ A mayor distancia, mayor alejamiento del disco.</li> <li>✓ A mayor ángulo, mayor torsión.</li> </ul>

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)

**Figura. 16.** Análisis biomecánico de la posición de salida 1 software Kinovea 8.15



**Autor:** Víctor Mendoza

**Tabla 5.**

*Posición De Salida 2*

<b>CRITERIOS A EVALUAR</b>	<b>VALORACIÓN</b>
<b>Criterio de eficacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Llevar el disco atrás de la espalda como sea posible.</li> <li>➤ Fijar la mayor extensión del ejecutor del hombro, desplazando el miembro superior (derecho) para atrás.</li> <li>➤ Situar el disco a un nivel comprendido entre la línea de los hombros y la línea de las caderas.</li> <li>➤ Flexionar ligeramente las rodillas.</li> <li>➤ Colocar el centro de masas sobre el punto de apoyo derecho.</li> </ul>
<b>Aspecto técnico</b>	

---

<b>Variable biomecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elevar los talones para aumentar la rotación de las caderas y hombros.</li> <li>○ Ángulo entre la línea del miembro superior ejecutor y la línea de pies.</li> <li>○ Ángulo entre la línea del miembro superior ejecutor y el eje de caderas.</li> <li>○ Ángulo entre la línea del miembro superior ejecutor y el eje de hombros.</li> <li>○ Altura del disco en referencia a la altura del punto medio de la línea de hombros y la línea de caderas.</li> <li>○ Flexionar ligeramente las rodillas.</li> <li>○ Ángulo de flexión de la rodilla izquierda.</li> <li>○ Distancia horizontal entre el centro de masas del sistema lanzador+disco y el metatarso del pie derecho.</li> <li>○ Altura del talón derecho respecto al suelo.</li> <li>○ Altura del talón izquierdo respecto al suelo.</li> </ul>
<b>Criterio de valoración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A mayor ángulo mayor torsión</li> <li>✓ No hay un criterio normalizado simplemente debe situarse a una altura entre los hombros y las caderas.</li> <li>✓ No hay un criterio normalizado simplemente debe existir una ligera flexión de rodilla.</li> <li>✓ A menor distancia el centro de masas del sistema lanzador+disco está más cercano al apoyo derecho.</li> <li>✓ Una cierta altura del talón nos indica una acción de pivote sobre el metatarso del pie derecho e izquierdo.</li> </ul>

---

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)

**Figura. 17.** Análisis biomecánico de la posición de salida 2 software Kinovea 8.15



**Autor:** Víctor Mendoza

**Figura. 18.** Análisis biomecánico del Primer Apoyo Doble (1) software Kinovea 8.15



**Autor:** Víctor Mendoza

**Tabla 6.**

*Fase 1. Primer Apoyo Doble (1)*

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

CRITERIOS A EVALUAR	VALORACIÓN
<b>Criterio de eficacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasladar el peso del cuerpo desde el apoyo derecho hacia el izquierdo para facilitar la rotación.               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Iniciar el giro del cuerpo, rápidamente, en la dirección de lanzamiento.</li> <li>➤ Iniciar el giro desde las caderas permaneciendo el disco en situación retrasada.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Aspecto técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Extender y alejar el miembro superior libre (izquierdo).</li> </ul>
<b>Variable biomecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Momento angular del sistema lanzador+disco sobre el eje vertical al finalizar la fase.</li> <li>○ Momento angular del lanzador sobre el eje vertical al finalizar la fase.</li> <li>○ Momento angular del disco sobre el eje vertical al finalizar la fase.</li> <li>○ Cociente entre el momento angular del disco sobre el eje vertical y el momento angular del lanzador sobre el eje vertical.</li> <li>○ Valor medio de la distancia horizontal entre el miembro superior libre y el eje vertical que pasa por el centro de masas del sistema lanzador+disco.</li> <li>○ Porcentaje, respecto a la estatura del sujeto, de la distancia horizontal media entre el miembro superior libre y el eje vertical que pasa por el centro de masas del sistema lanzador+disco.</li> <li>○ Valor medio del ángulo de flexo extensión del codo del miembro superior libre a lo largo de la fase.</li> </ul>
<b>Criterio de valoración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A mayor valor, mayor rotación.</li> <li>✓ A menor valor, mayor protagonismo del lanzador sobre el disco.</li> <li>✓ A mayor valor, más alejado se balancea el miembro superior libre.</li> </ul>

**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)

**Figura. 19.** Análisis biomecánico del Primer Apoyo Doble (2) software Kinovea 8.15



**Autor:** Víctor Mendoza

**Tabla 7.**

*Fase 1. Primer Apoyo Doble (2)*

CRITERIOS A EVALUAR	VALORACIÓN
<b>Criterio de eficacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Trasladar el peso del cuerpo desde el apoyo derecho hacia el izquierdo para facilitar la rotación.</li> </ul>
<b>Aspecto técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mantener el disco pasivo y lo más alejado posible del lanzador.</li> <li>➤ Realizar una apertura amplia y rápida del miembro superior libre (izquierdo) alrededor del lanzador.</li> </ul>
<b>Variable biomecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valor medio de la distancia horizontal entre el disco y el centro de masas del sistema lanzador+disco a lo largo de esta fase.</li> <li>○ Incremento de velocidad absoluta del disco en esta fase.</li> <li>○ Velocidad angular media del miembro superior libre.</li> <li>○ Valor medio del momento angular del miembro superior libre sobre al eje vertical en esta fase.</li> <li>○ Acción del miembro superior libre. Integral respecto al tiempo del momento angular del miembro superior libre sobre el eje vertical.</li> </ul>
<b>Criterio de valoración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A mayor valor, mayor alejamiento.</li> <li>✓ A menor valor, menor actividad del disco.</li> <li>✓ A mayor valor, apertura más amplia y rápida del miembro superior libre alrededor del lanzador.</li> </ul>

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)

**Figura. 20.** Análisis biomecánico del Posición Inicial Fase (2) software Kinovea 8.15



**Autor:** Víctor Mendoza

**Tabla 8.**

*Posición Inicial Fase (2)*

CRITERIOS A EVALUAR	VALORACIÓN
<b>Criterio de eficacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Peso sobre el apoyo izquierdo.</li> </ul>
<b>Aspecto técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Establecer y mantener una anticipación de la línea de caderas sobre la línea de hombros.</li> <li>➤ Establecer y mantener una anticipación de la línea de hombros sobre el disco.</li> <li>➤ Mantener el disco lo más alejado posible del lanzador.</li> <li>➤ Desplazar el peso hacia el apoyo izquierdo.</li> <li>○ Ángulo entre eje de hombros y eje de caderas.</li> <li>○ Ángulo entre la línea del miembro superior ejecutor y el eje de hombros.</li> </ul>
<b>Variable biomecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Distancia horizontal entre el disco y el centro de masas del sistema lanzador+disco.</li> <li>○ Distancia horizontal entre el centro de masas del sistema lanzador+disco y el apoyo izquierdo al finalizar la fase.</li> </ul>
<b>Criterio de valoración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A mayor ángulo, mayor adelantamiento de las caderas sobre los hombros.</li> <li>✓ A mayor ángulo, mayor adelantamiento de los hombros sobre el disco.</li> <li>✓ A mayor valor, mayor alejamiento.</li> <li>✓ A menor diferencia, mayor acercamiento del peso al apoyo izquierdo.</li> </ul>

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)



Figura. 21. Análisis biomecánico de la Primera Fase De Apoyo Simple (1) software Kinovea 8.15



Autor: Víctor Mendoza

Tabla 9.

Fase 2. Primera Fase De Apoyo Simple (1)

CRITERIOS A EVALUAR	VALORACIÓN
<b>Criterio de eficacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Girar hacia la dirección de lanzamiento sin perder velocidad mediante la acción del miembro superior libre (izquierdo) y del miembro inferior libre (derecho).</li> </ul>
<b>Aspecto técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balancear el miembro inferior libre (derecho) alrededor del miembro inferior en apoyo (izquierdo).</li> </ul>
<b>Variable biomecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gráfica de la posición horizontal de la punta del pie libre con respecto a la punta del pie en apoyo.</li> <li>○ Distancia mínima horizontal entre punta del pie libre y la punta del pie de apoyo.</li> <li>○ Distancia máxima horizontal entre punta del pie libre y la punta del pie de apoyo.</li> <li>○ Distancia máxima horizontal entre punta del pie libre y la punta del pie de apoyo.</li> <li>○ Porcentaje, respecto a la estatura del sujeto, del valor medio del radio de giro del miembro inferior libre sobre el eje vertical.</li> <li>○ Velocidad angular media del miembro inferior libre en esta fase.</li> </ul>
<b>Criterio de valoración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Existen dos criterios en la bibliografía: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Balancear el miembro inferior libre cercano al miembro inferior en apoyo, valores bajos.</li> <li>2. Balancear el miembro inferior libre alejado del miembro inferior en apoyo, valores altos.</li> </ol> </li> </ul>

Elaborado por: Víctor Mendoza

Fuente: Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)

**Figura. 22.** Análisis biomecánico de la Primera Fase De Apoyo Simple (2) software Kinovea 8.15



**Autor:** Víctor Mendoza

**Tabla 10.**

*Fase 2. Primera Fase De Apoyo Simple (2)*

CRITERIOS A EVALUAR	VALORACIÓN
<b>Criterio de eficacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Girar hacia la dirección de lanzamiento sin perder velocidad mediante la acción del miembro superior libre (izquierdo) y del miembro inferior libre (derecho).</li> </ul>
<b>Aspecto técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balancear el miembro inferior libre (derecho) alrededor del miembro inferior en apoyo (izquierdo).</li> <li>➤ Impulsar con el miembro inferior en apoyo (derecho) enérgicamente hacia la dirección de lanzamiento.</li> <li>○ Valor medio del momento angular del miembro inferior libre sobre el eje vertical.</li> <li>○ Acción miembro inferior libre. Integral respecto al tiempo del momento angular del miembro inferior libre sobre el eje vertical.</li> <li>○ Presión máxima del pie en apoyo.</li> <li>○ Impulso mecánico horizontal del pie de apoyo.</li> </ul>
<b>Variable biomecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fuerza máxima del pie de apoyo.</li> <li>○ Impulso mecánico vertical del pie de apoyo.</li> <li>○ Ángulo de dirección de movimiento del centro de masas del sistema lanzador+disco con respecto a la dirección de lanzamiento.</li> <li>○ Velocidad horizontal del centro de masas del sistema lanzador+disco al finalizar la fase.</li> <li>○ Velocidad vertical del centro de masas del sistema lanzador+disco al finalizar la fase.</li> </ul>
<b>Criterio de valoración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Balancear el miembro inferior libre cercano al miembro inferior en apoyo, valores bajos.</li> <li>✓ Balancear el miembro inferior libre alejado del miembro inferior en apoyo, valores altos.</li> <li>✓ A mayor valor, mayor impulso.</li> <li>✓ A mayor valor, mayor impulso.</li> </ul>

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)

**Figura. 23.** Análisis biomecánico de la fase 2. primera fase de apoyo simple (3) software Kinovea 8.15



**Autor:** Víctor Mendoza

**Tabla 11.**

*Fase 2. Primera Fase De Apoyo Simple (3)*

CRITERIOS A EVALUAR	VALORACIÓN
<b>Criterio de eficacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Girar hacia la dirección de lanzamiento sin perder velocidad mediante la acción del miembro superior libre (izquierdo) y del miembro inferior libre (derecho).</li> </ul>
<b>Aspecto técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mantener el miembro superior libre (izquierdo) extendido y alejado del lanzador.</li> <li>➤ Realizar una apertura amplia y rápida del miembro superior libre (izquierdo) alrededor del lanzador y hacia la dirección del lanzamiento.</li> </ul>
<b>Variable biomecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valor medio del momento angular del miembro inferior libre sobre el eje vertical.</li> <li>○ Porcentaje, respecto a la estatura del sujeto, del valor medio del radio de giro del miembro superior libre sobre el eje vertical.</li> <li>○ Valor medio del ángulo de flexo extensión del codo del miembro superior libre.</li> <li>○ Valor medio de la velocidad angular del miembro superior libre.</li> <li>○ Valor medio del momento angular del miembro superior libre sobre el eje vertical.</li> <li>○ Acción del miembro superior libre. Integral respecto al tiempo del momento angular del miembro superior libre sobre el eje vertical.</li> </ul>
<b>Criterio de valoración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A mayor valor, mayor extensión y alejamiento del lanzador.</li> <li>✓ A mayor valor, mayor apertura amplia y rápida del miembro superior libre.</li> </ul>

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)



**Figura. 24.** Análisis biomecánico de la fase 2. primera fase de apoyo simple (4) software Kinovea 8.15



**Autor:** Víctor Mendoza

**Tabla 12.**

*Fase 2. Primera Fase De Apoyo Simple (4)*

CRITERIOS A EVALUAR	VALORACIÓN
<b>Criterio de eficacia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Girar hacia la dirección de lanzamiento sin perder velocidad mediante la acción del miembro superior libre (izquierdo) y del miembro inferior libre (derecho).</li> </ul>
<b>Aspecto técnico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Describir, durante las dos primeras fases y con el miembro superior libre (izquierdo), una trayectoria alrededor del lanzador amplia y rápida.</li> <li>➤ Balancear el miembro inferior libre (derecho) y el miembro superior libre (izquierdo).</li> <li>➤ Mantener el disco pasivo y lo más alejado posible del lanzador.</li> <li>➤ Descender el disco cuando éste se encuentre en línea con la dirección de lanzamiento.</li> <li>➤ Continuar desplazando el peso del lanzador hacia el pie de apoyo (izquierdo).</li> </ul>
<b>Variable biomecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Suma de la acción del miembro superior libre en las fases 1 y 2.</li> <li>○ Suma de la acción del miembro inferior libre y de la acción del miembro superior libre durante las fases 1 y 2.</li> <li>○ Distancia horizontal media entre el disco y el centro de masas del sistema lanzador+disco.</li> <li>○ Incremento de velocidad absoluta del disco en esta fase.</li> <li>○ Velocidad de la disco absoluta al finalizar esta fase.</li> <li>○ Altura mínima del disco en esta fase.</li> <li>○ Porcentaje, respecto a la estatura del sujeto, de la altura mínima del disco en esta fase.</li> <li>○ Mínima distancia horizontal entre el centro de masas del sistema lanzador+disco y pie de apoyo.</li> </ul>
<b>Criterio de valoración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ A mayor valor, más amplia y rápida es la apertura del miembro superior libre en ambas fases.</li> <li>✓ A mayor valor, más amplio y rápido es el balanceo de los miembros libres superior e inferior.</li> <li>✓ A mayor valor, mayor alejamiento.</li> <li>✓ A menor valor, menor actividad del disco.</li> <li>✓ A menor valor, mayor descenso del disco.</li> </ul>

✓ A menor valor, mayor acercamiento del peso al apoyo.

**Elaborado por:** Víctor Mendoza

**Fuente:** Análisis biomecánico del lanzamiento de disco (Floría, 2006)

### 3.2 Análisis estadístico en IMB SPSS

**Tabla 13.**

*Estadísticas de muestras emparejadas deportista I*

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Post lanzamientos deportista I	20,8425	4	1,21305	,60653
	Pre lanzamientos deportista I	19,3150	4	1,21305	,45223

**Tabla 14.**

*Correlaciones de muestras emparejadas deportista I*

		Correlaciones de muestras emparejadas			
		N	Correlación	Significación	
				P de un factor	P de dos factores
Par 1	Post lanzamientos deportista I & Pre lanzamientos deportista I	4	,929	,035	,071

**Tabla 15.**

*Prueba de muestras emparejadas deportista I*

		Prueba de muestras emparejadas							Significación	
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	Post lanzamientos deportista I – Pre	1,52750	,50062	,25031	,73089	2,32411	6,102	3	,004	,009

## Interpretación

Los resultados así obtenidos se muestran en la Tabla 15, dado que el valor de  $t$  es significativo ( $p=0,004$ ), se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Por lo tanto, se puede concluir que el análisis biomecánico de la técnica de giro del lanzamiento de disco es efectivo para aumentar la distancia del lanzamiento del deportista I.

**Tabla 16.**

*Estadísticas de muestras emparejadas deportista II*

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Post lanzamientos deportista II	17,8700	4	1,30274	,65137
	Pre lanzamientos deportista II	16,7350	4	,42352	,21176

**Tabla 17.**

*Correlaciones de muestras emparejadas deportista II*

		Correlaciones de muestras emparejadas			
		N	Correlación	Significación	
				P de un factor	P de dos factores
Par 1	Post lanzamientos deportista II & Pre lanzamientos deportista II	4	,937	,031	,063

**Tabla 18.**

*Prueba de muestras emparejadas deportista II*

		Prueba de muestras emparejadas							Significación	
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	Post lanzamientos deportista II	1,13500	,91762	,45881	-,32514	2,59514	2,474	3	,045	,090



Par 1	Post lanzamientos deportista III – Pre lanzamientos deportista III	,87000	,46065	,23033	,13700	1,60300	3,777	3	,016	,033
-------	-----------------------------------------------------------------------------------	--------	--------	--------	--------	---------	-------	---	------	------

## Interpretación

Los resultados así obtenidos se muestran en la Tabla 21, dado que el valor de t es significativo ( $p=0,016$ ), se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Por lo tanto, se puede concluir que el análisis biomecánico de la técnica de giro del lanzamiento de disco es efectivo para aumentar la distancia del lanzamiento del deportista III.

## CONCLUSIONES

La comparación biomecánica de la técnica de giro en el lanzamiento del disco nos permitió distinguir que los gestos deportivos tienen una estructura que responden a fases, tales como la fase de primer apoyo doble, fase de primer apoyo simple, fase de vuelo, fase de segundo apoyo simple, fase de segundo apoyo doble, el recobro y el vuelo del disco.

Mediante la puesta a punto y la mejora de la técnica del giro en el lanzamiento del disco pudimos establecer que a mejor ejecución de la técnica mayor es la distancia que el deportista puede alcanzar en su lanzamiento.

Se puede concluir dado que el valor de t es menor a 0.05 se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Por lo tanto, se puede concluir que el análisis biomecánico de la técnica de giro del lanzamiento de disco es efectivo para aumentar la distancia del lanzamiento de los deportistas.

## RECOMENDACIONES

Realizar estudios biomecánicos profundos de los aspectos técnicos observables en las dos primeras fases del movimiento para esclarecer los datos existentes en la información científica y corregir deficiencias de conocimiento.

Realizar entrenamientos con la ayuda de propuestas o guías metodológicas, para rehabilitar lesiones o prevenirlas y que los deportistas puedan disfrutar de su deporte favorito durante los años que ellos permitan.

Se recomienda realizar análisis cinéticos de las fuerzas generadas en la técnica y su influencia en el rendimiento deportivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arbeit, E., y Cols. (1987). Differences entre la technique de lancer du disque chez les hommes et chez les femmes. *Athlétisme Montréal*, 102, 75-81.  
<https://doi.org/https://clubvainqueursplus.com/epreuves-de-lancer/>
- Aynaguano, E. (2020). ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA CARRERA Y LA RELACIÓN DE LESIONES EN LOS ATLETAS DE FONDO Y SEMIFONDO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DEL CHIMBORAZO. *ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA CARRERA Y LA RELACIÓN DE LESIONES EN LOS ATLETAS DE FONDO Y SEMIFONDO DE LA FEDERACIÓN DEPORTIVA DEL CHIMBORAZO*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, Quito, Pichincha.
- Barclay, L. (1993). Some basic hits to young discus throwers. *Modern Athlete and Coach*.
- Bartlett R, M. (1992). The biomechanics of the discus throw: a review. *National Library of Medicine*, 467-510. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02640419208729944>
- Bartlett, R. (1992). The biomechanics of the discus throw. *Sports Sciences*.
- Bartonietz, K. (2000). Discus delivery ground contact or not? . *Athletics Coaching*.
- Benítez, N. B. (Enero de 2009). Selección de Talentos Deportivos en el Atletismo. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 13(128), 5-14.  
<https://doi.org/https://efdeportes.com/efd128/seleccion-de-talentos-deportivos-en-el-atletismo-fondo.htm>

- Bermejo Frutos, J., Palao, J., y López Elvira, J. (Marzo de 2012). Fundamentos Biomecánicos del Lanzamiento de Disco. Parte I: Técnica de Lanzamiento. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 3-12.  
<https://doi.org/https://www.efdeportes.com/efd166/fundamentos-del-lanzamiento-de-disco.htm>
- Bermejo, J. (2012). Fundamentos biomecánicos del lanzamiento . *Efdeportes*, 15(166), 1-12. <https://doi.org/http://www.efdeportes.com/>
- Burke, S. (1988). Shot put and discus throw. *Track and Field Quarterly Review*.
- Cappos, S. (2000). Developing discus technique. *Track Coach*.
- Dapena, J., y Anderst, W. (1997). Discus throw #1 (Men). *Report for Scientific Services Project (USATF)*.
- Ecker, T. (1996). Discus throwing. En, Basic Track and Field Biomechanics (2ª edición). *Athletic Journal*.
- Edudacro. (2011). <https://www.calameo.com/read/000345592d72f91c63d52>.  
<https://doi.org/https://www.calameo.com/read/000345592d72f91c63d52>
- Endemann, F. (2008). <https://chevillat.pagesperso-orange.fr/>.  
[https://doi.org/https://chevillat.pagesperso-orange.fr/01\\_lejav/technique/querrec/Endemann%20Teaching%20of%20Throwing%20Events.pdf](https://doi.org/https://chevillat.pagesperso-orange.fr/01_lejav/technique/querrec/Endemann%20Teaching%20of%20Throwing%20Events.pdf)
- Eriksen, V. &. (1985). On the motion of an ice puck. *American Journal of physics*, 53(12), 1149-1153. <https://doi.org/10.1119/1.14071>
- Ferro , A., y Floría, P. (Octubre de 2006). Biomecánica de la técnica de lanzamiento de disco. Influencia de la trayectoria del disco en la velocidad de liberación. de la trayectoria del disco en la velocidad de liberación. *Revista Internacional de*

*Ciencias del Deporte*, II(5), 43-75. Retrieved Viernes de Junio de 2023, from <https://www.cafyd.com/REVISTA/art5n5a06.pdf>

Finch, A., Ariel, G., y Penny, A. (1998). Kinematic comparison of the best and worst throws of the top men's discus performers at the 1996 Atlanta Olympic Games. *Biomechanics in Sports*.

Floría, P. (2006). Análisis biomecánico del lanzamiento de disco: categorización de variables de eficacia de la técnica. *Tesis Doctoral*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid. <https://repositorio.uam.es/handle/10486/2638>

Frutos, J. B., Palao, J. M., y López Elvira, J. L. (Marzo de 2012). Fundamentos biomecánicos del lanzamiento de disco. Parte I: técnica de lanzamiento. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 5(166), 7-12. <https://doi.org/https://www.efdeportes.com/efd166/fundamentos-del-lanzamiento-de-disco.htm>

Grigalka, O. (1985). Looking at the discus throw. *Athletics Coaching*.

Hay, J. G. (1993). *The biomechanics of sports techniques* (4th ed ed.). Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. y ©1993.

Hay, J., y Yu, B. (1996). Weight shift and foot placement in throwing the discus. *Track Coach*.

Hornillos, I. (2000). *Atletismo*. (INDE, Ed.) España. [https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=S1opr\\_HIuaMC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://doi.org/https://books.google.com.ec/books?id=S1opr_HIuaMC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Jarver, J. (1988). An introduction to the discus throw. *Modern Athlete & Coach*, 4(26), 21-24.

Kemp, M. (1988). Some aspects of the discus throw. *Modern Athlete and Coach*.



Knicker, A. (1992). KINEMATIC CHARACTERISTICS OF THE DISCUS THROW.

*Modern athlete and coach.*

[https://doi.org/https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/26605/1/jhse\\_Vol\\_VII\\_N\\_I\\_V\\_826-836.pdf](https://doi.org/https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/26605/1/jhse_Vol_VII_N_I_V_826-836.pdf)

Knicker, A. (1999). Biomechanical analysis of the throwing events. *Biomechanical*

*Research Project Athens.*

Knowles, D. (1999). The main technical aspects for a long discus throw. *Modern Athlete and Coach.*

Leigh, S., y Yu, B. (2007). The associations of selected technical parameters with discus throwing performance. *Sports Biomechanics.*

Lenoir, M., y Mazyn, L. (2005). The role of visual input Turing rotation: the case of discos throwing. *Biology of Sport.*

Lobato, V. (2016). *Modelo Flexible de Movimiento de Torso, Brazo, Antebrazo y Muñeca.*

<https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/834/1/LobatoRV.pdf>

Lorenzo, F. (2006). Marco teórico sobre la coordinación motriz. *Revista digital, 93.*

<https://doi.org/http://www.efdeportes.com/>

Maheras, A. (1992). Physiological and mechanical principles of discus throwing. *Track and Field Quarterly Review.*

Martínez, J. (1992). Atletismo III. Lanzamientos. *RFEA.*

Mazzeo, E. A., y Mazzeo, E. J. (2008). *Atletismo Para Todos.*

[https://doi.org/https://www.academia.edu/39557229/\\_Atletismo\\_para\\_todos\\_LIBRO\\_COMPLETO\\_MAZZEO](https://doi.org/https://www.academia.edu/39557229/_Atletismo_para_todos_LIBRO_COMPLETO_MAZZEO)

- Mendoza, V. (2022). Aplicación de la fase de giro para el mejoramiento de la distancia en el lanzamiento del disco. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.
- Nemtsev, O. (2011). Comparison of kinematic characteristics between standing and rotational discus throws. *Sport Sciences*.
- Palao, J. M. (Diciembre de 2003). Acortamiento En El Lanzamiento De Disco. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 9(67), 6-16.  
<https://doi.org/https://www.efdeportes.com/efd67/disco.htm>
- Palma, L., Borrero, A., y Maldonado, Y. (2023). Caracterización de las variables cualitativas y cuantitativas del gesto técnico partner stunt en el cheerleading. *ARCOFADER*, 2(1), 23-44.
- Rosa, A. (2014). Biomecánica del movimiento humano: . *Revista Digital Efdeportes*, 18(188), 2-23. [https://doi.org/ http://www.efdeportes.com/](https://doi.org/http://www.efdeportes.com/)
- Sánchez, A. (2007). La aplicación de la biomecánica en el entrenamiento deportivo. 3.  
[https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/224771834\\_La\\_aplicacion\\_de\\_la\\_biomecanica\\_al\\_entrenamiento\\_deportivo\\_mediante\\_los\\_analisis\\_cualitativo\\_y\\_cuantitativo\\_Una\\_propuesta\\_para\\_el\\_lanzamiento\\_de\\_disco/citation/download](https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/224771834_La_aplicacion_de_la_biomecanica_al_entrenamiento_deportivo_mediante_los_analisis_cualitativo_y_cuantitativo_Una_propuesta_para_el_lanzamiento_de_disco/citation/download)
- Sebastiani, E. M. (2016). LOS DEPORTES INDIVIDUALES. SUS CARACTERÍSTICAS Y TAXONOMÍA. , *Revista Digital de Educación Física*, 11.  
<https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5669593.pdf>
- Silvester, L. (2003). Discus. Complete Book of Throws. *Human Kinetics*.
- Sinitsin, A. (1995). A few hints for novice discus throwers. *Sport Sciences*.

- Tidow, G. (1994). *Dokumen*. Retrieved Viernes de Junio de 2023, from <https://dokumen.tips/documents/model-technique-analysis-sheet-for-the-technique-analysis-sheet-for-the-throws.html?page=1>
- Torrents, C. (2005). *LA TEORÍA DE LOS SISTEMAS DINÁMICOS Y EL ENTRANAMIENTO DEPORTIVO*. Tesis doctoral: [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2897/TESIS\\_CARLOTA\\_TORRENTS.pdf](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2897/TESIS_CARLOTA_TORRENTS.pdf)
- Ubalina, I. (2015). *DIDACTICA DE LA CULTURA FISICA Y SU INCIDENCIA EN EL APRENDIZAJE DE LA TECNICA DE LANZAMIENTO DE DISCO*. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3004/T-UTB-FCJSE-CFISICA-000050.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ulloa, J. (2001). Papel de la velocidad en los resultados de los lanzamientos. *Revista digital*, 35. <https://doi.org/https://www.efdeportes.com/efd35/veloc.htm>
- Valera, B. (29 de Abril de 2013). *Solo Deportes*. Retrieved Jueves de Junio de 2023, from <http://soloatletismoarg.blogspot.com/2013/04/diferentes-tipos-de-lanzamientos.html>
- Vrabel, J. (1987). Problemes techniques des lanceurs de disque de haut niveau. *Entraîneurs Francais d'Athletisme*.
- Watts, J. (1988). Developing a better discus technique. *Modern Athlete and Coach*.
- Yu, B., Broker, J., y Silvester, J. (2002). A kinetic analysis of discus throwing techniques. *Sports Biomechanics*.



