



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS  
CIENCIAS DE LA CULTURA  
FÍSICA Y EL DEPORTE

Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciado en Cultura Física

**Análisis Biomecánico de la mecánica de pitcheo en lanzadores del equipo de  
béisbol Elefantes de Cienfuegos**

AUTOR: Alex Daniel Pérez Ramos

TUTORES: Lic. Omar Alejandro Peña López

Lic. Héctor L. González Díaz

Hago constar que el presente trabajo fue realizado en la Universidad de Cienfuegos como parte de la culminación de los trabajos en la especialidad Cultura Física; autorizado a que el mismo sea utilizado por la institución para los fines que estime convenientes, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en evento ni publicado, sin la aprobación de la Universidad.

---

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el trabajo ha sido revisado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

---

Computación

Nombres y Apellidos. Firma

---

Información Científico – técnica

Nombres y Apellidos. Firma

---

Sistema de Doc. de Proyectos.

Nombres y Apellidos. Firma

---

Firma del Tutor.

Nombres y Apellidos. Firma

# **PENSAMIENTO**

**“Lo que hace crecer el mundo no es el descubrir como este hecho, sino el esfuerzo de cada uno para descubrirlo.”**

**José Martí.**

# DEDICATORIA

A toda mi familia por el apoyo que me han brindado durante todo el desarrollo de la carrera.

A profesor Roberto Pupo Rodríguez por su gran apoyo durante mi evolución como futuro profesional.

# AGRADECIMIENTOS

A mis tutores por ayudarme durante todo el periodo de investigación.

Al gran claustro de profesores que me apoyaron durante toda la carrera.

## **Resumen**

En la presente investigación se aplicó un estudio biomecánico a la mecánica del lanzamiento en el staff de picheo del equipo primera categoría de béisbol de Cienfuegos con el objetivo de analizar los indicadores biomecánicos que influyen en la técnica; de esta manera poder detectar posibles incorrecciones durante la ejecución del movimiento que dificulten su dominio. El trabajo está concebido como un estudio de casos, responde al paradigma cuantitativo, un tipo de diseño no experimental (transeccional o transversal). Se emplearon métodos y técnicas científicas de investigación como la entrevista, medición y observación. Se llevó a cabo una filmación del atleta objeto de estudio, luego fueron procesados sus datos a través del software Kinovea 0.9.5; como uno de los principales resultados se destacó la poca concentración de la energía cinética en la posición inicial, además que la pierna de péndulo atacaba home en forma de abanico, provocando que la cadera se esfuerce más de lo habitual en búsqueda de una correcta dirección hacia el cátcher; por último, se pudo apreciar una temprana supinación de la mano de lanzar impidiendo el amplio recorrido que debe describir el codo hasta el momento que suelta la bola.

## **PALABRAS CLAVES**

Kinovea 0.9.5, biomecánica, staff de picheo, dominio técnico.



## **Abstract**

In the present investigation, a biomechanical study was applied to the pitching mechanics in the pitching staff of the Cienfuegos first category baseball team with the objective of analyzing the biomechanical indicators that influence the technique; in this way to be able to detect possible errors during the execution of the movement that make it difficult to master it. The work is conceived as a case study, responds to the quantitative paradigm, a type of non-experimental design (transsectional or transversal). Scientific research methods and techniques such as interview, measurement and observation were used. A filming of the athlete under study was carried out, then their data were processed through the Kinovea 0.9.5 software; As one of the main results, the low concentration of kinetic energy in the initial position was highlighted, in addition to the fact that the pendulum leg attacked home plate in the form of a fan, causing the hip to exert more effort than usual in search of a correct direction towards the catcher; Finally, an early supination of the throwing hand was observed, preventing the wide path that the elbow must describe until the moment the ball is released.

## **KEYWORDS**

Kinovea 0.9.5, Biomechanics, Pitching Staff, Technical Mastery.

## Índice

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>5</b>
1.1 Antecedentes teóricos de la investigación.....	5
1.2 Capacidad fuerza en los lanzadores de béisbol .....	6
1.3 Beneficios de trabajar la fuerza explosiva en lanzadores .....	9
1.4 El control en los lanzadores .....	10
1.5 Subdivisión de las fases del pitcheo .....	13
1.6 La Biomecánica Deportiva como ciencia aplicada .....	13
1.7 Requisitos para lograr una adecuada filmación .....	16
<b>CAPÍTULO II. - DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 METODOLOGÍA EMPLEADA.....	17
2.1.1 Métodos teóricos .....	17
2.1.2 Métodos empíricos. ....	17
2.2 Paradigma o enfoque: cuantitativo .....	19
2.3 Tipo de estudio: Descriptivo.....	19
2.4 Diseño no experimental (transversal) .....	19
2.5 Población, Muestra y Tipo de muestreo (ver tabla 1) .....	20
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Análisis de documentos .....	21
3.2 Resultados de la entrevista .....	21
3.3 Resultados de la medición.....	22
3.4 Resultados de la observación .....	22
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>32</b>

## **INTRODUCCIÓN**

El deporte como fenómeno social facilita las relaciones, canaliza la agresividad y la necesidad de confrontación, despierta la sensibilidad y la creatividad y contribuye al mejoramiento del clima social (García Ferrando, 1991).

Tras el Pacto Internacional sobre Derechos Económicos, Sociales y Culturales en 1976 el deporte, forma parte del derecho social, más adelante, en 1978, con la Carta Internacional de Educación Física y Deporte adoptada por la Conferencia General de la UNESCO en París, se ratifica no solo la importancia de este, sino también de la educación física y la recreación como elementos esenciales en el sistema educativo, la formación integral de las personas y el enriquecimiento de la cultura.

En Cuba existe una pasión por el deporte, especialmente por el béisbol: nuestro deporte nacional. La Serie Nacional es un fenómeno sociocultural capaz de movilizar a cientos de aficionados que dedican parte de su tiempo a comparecer ante los estadios y formar parte de este espectáculo.

Estudiar el béisbol en Cuba despierta un particular interés en especialistas y entrenadores, más cuando se trata de los lanzadores. Lo anteriormente planteado toma créditos cuando (Saiz Domínguez, 2016), autor del libro titulado: *La Física del béisbol*, se refiere al pitcher de forma comparativa retomando expresiones hechas por grandes y reconocidos físicos como Copérnico, Galileo o Kepler: Así como la Tierra gira alrededor del Sol, la loma del lanzador es el centro de un sistema en torno al cual giran, como si fuesen planetas en su órbita, las tres bases y el home.

Como dice la creencia popular: el pitcheo es la parte más importante del juego de béisbol (75% del resultado), por tanto, su maestría o habilidad en el dominio de la biomecánica de su cuerpo pueden marcar la diferencia entre perder o ganar un encuentro (Becerra & Sánchez, 2016).

Un lanzador de béisbol, puede efectuar más de 100 lanzamientos en un juego, todos a máxima intensidad, su ejecución debe ser lo más fluida posible para poder aguantar este trabajo físico-técnico en nueve entradas, sin comprometer la salud del brazo. Es

frecuente que lanzadores jóvenes (menores de 22 años), hayan sufrido una operación de hombro o codo producto de lesiones.

Por ello, muchos estudios se han centrado especialmente en estas articulaciones que sufren un exceso de trabajo a causa de un mal balance que comienza en los miembros inferiores y que causan lesiones a medio y largo plazo de muy difícil recuperación (Mendoza, Nicholas, & Rubinstein, 1987).

Apoyando lo anteriormente planteado, si adicionamos que una mala ejecución de la técnica de lanzar puede también desencadenar en bajos rendimiento, entonces, estamos en presencia de dos de los aspectos fundamentales y más decisivos en la vida de un lanzador y por ende determinantes en los resultados de un equipo.

Mitigar ambos aspectos es un reto para la comunidad científica en la actualidad, para ello es de vital importancia apelar a las ciencias del deporte moderno donde la biomecánica deportiva juega un papel crucial; la misma tiene como uno de sus fines la evaluación, descripción y diagnóstico de los movimientos e identificar incorrecciones técnicas y sus factores limitantes.

Al analizar desde el punto de vista biomecánico cada movimiento del lanzador durante su ejecución técnica, podemos identificar cada detalle y describir indicadores puntuales que determinan su efectividad y control; utilizando sistemas de movimientos que permitan procesar video de alta calidad y brinden datos que conduzcan a dar respuestas a las exigentes problemáticas de la vida práctica.

El gobierno y la dirección del Instituto Provincial de Deportes, Educación Física y Recreación en Cienfuegos, tienen como prioridad aplicar la ciencia y la tecnología al deporte competitivo, específicamente en el béisbol y así impactar positivamente en los resultados del equipo conocido como Elefantes de la Perla del Sur.

Elenco aguerrido y reconocido por contar con atletas noveles, su dirección diseña parte de sus estrategias y apelan a las jugadas técnico-tácticas donde predomina la velocidad, y el corrido y bateo; de esta manera impactan en elegancia y limpieza en su juego. Sin embargo, esto no es suficiente para llevarse la victoria, el staff de pitcheo considerado una de las áreas más importante que debe presentar un equipo de

béisbol y por ende uno de los componentes más significativos para arribar al triunfo continúa siendo una falencia latente.

Falencia que persiste año tras año, así lo confirma la página oficial de béisbol en Cuba. Los lanzadores cienfuegueros durante las últimas cinco campañas han permitido un promedio general de 366 carreras por serie y trabajan para un promedio de 8.07 carreras limpias (PCL) por juegos en cada una de las campañas incluyendo la última (61). Resultados bien negativos que influyen en que el equipo ocupe posiciones sotanearas en tres de las últimas cinco series nacionales.

Se quiere con ello significar, que estamos en presencia de datos estadísticos alarmantes, puesto que, para obtener la victoria el resto de los jugadores del equipo deben fabricar más de nueve carreras por juegos; de esta manera se hace extremadamente difícil superar al contrario.

En aras de buscar soluciones creativas con fundamento científico a la problemática existente, la facultad de Cultura Física de la Universidad de Cienfuegos de conjunto con el proyecto: *Núcleo territorial para el desarrollo sostenible del béisbol desde la ciencia e innovación*, ideado, diseñado y dirigido por el Dr. Prof. Tit. Ovel Mena Pérez, creó un grupo multidisciplinario de trabajo con el objetivo de investigar y detectar las principales deficiencias que conducían a resultados subóptimos en el área de los lanzadores.

Para ello, se contó con el apoyo del director del equipo y los entrenadores de pitcheo. Debe señalarse que, en una entrevista realizada al comisionado de la disciplina, con el propósito de conocer sus impresiones, se determinó que la mecánica de lanzamiento es un factor que requiere ser estudiado a mayor profundidad y de ser posible: a través del uso de herramientas tecnológicas y métodos científicos.

Cabe resaltar que bastaron solo tres sesiones de entrenamientos para que los investigadores detectaran que los entrenadores solo corregían los elementos técnicos sobre la base del empirismo y acudían únicamente a sus observaciones para identificar el comportamiento de las características cinemáticas.

La inexistencia de herramientas que permitan, desde los fundamentos de la ciencia, determinar las principales dificultades técnicas de sus atletas constituye una carencia dentro del movimiento de deportivo y la comisión provincial de béisbol.

Lo antes expuesto justifica la necesidad de instruir, sensibilizar y dirigir a entrenadores y atletas hacia la aplicación de estudios biomecánicos que demuestren detalladamente las principales deficiencias que impidan un mejor desempeño.

Debido a las deficiencias declaradas anteriormente se requiere de un trabajo preciso que responda a estos intereses, por lo que la presente investigación tiene como **Situación Problemática:** Existen insuficiencias en la mecánica de pitcheo en los lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos.

**Problema Científico:** ¿Cómo se comportan los indicadores biomecánicos en la mecánica de pitcheo en los lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos?

**Objeto de estudio:** Indicadores biomecánicos en la mecánica de pitcheo.

**Campo de acción:** Lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos.

**Objetivo General:** Analizar los indicadores biomecánicos que influyen en la mecánica de pitcheo en lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos.

**Preguntas Científicas:**

- ¿Cuáles son los fundamentos teórico – metodológicos que sustentan la investigación?
- ¿Qué indicadores biomecánicos influyen en la mecánica de pitcheo de lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos?
- ¿Cuáles son los errores más comunes que atentan contra la realización correcta de la técnica del lanzamiento en estos atletas?

**Tareas Científicas:**

- Determinación de los fundamentos teórico – metodológicos que sustentan la investigación.

- Descripción de los indicadores biomecánicos que influyen en la mecánica de pitcheo de los lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos.
- Identificación de los errores más comunes que atentan contra la realización correcta de la técnica del lanzamiento en estos atletas.

**Idea a defender:** Mediante el estudio de los diferentes indicadores biomecánicos que influyen en la mecánica de pitcheo, podemos determinar los principales errores técnicos cometidos por los lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos.

El trabajo de diploma se estructura por una introducción y tres capítulos. El primer capítulo incluye los fundamentos teóricos que respaldan el estudio biomecánico en el béisbol. Un segundo capítulo tiene el propósito de mostrar los métodos científicos para desarrollar el trabajo y definir la población y muestra. El tercer capítulo se desarrolla con el objetivo de mostrar los resultados del estudio biomecánico realizado, además de las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

## **CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **1.1 Antecedentes teóricos de la investigación.**

El béisbol es un deporte colectivo sumamente complejo. Dicha complejidad favorece la extracción de una gran cantidad de datos de diversa índole relacionados con el juego, los cuales hacen del béisbol uno de los deportes más completos en cuanto a estadísticas se refiere. Ríos, et al. (2019)

Cada uno de los nueve jugadores ocupan cierta posición en el terreno con lo que desempeñan una función determinada, una de ellas, el lanzador o pitcher son los encargados de abrir las acciones cuando ponen la pelota en juego, a partir del primer lanzamiento desde el montículo o goma de lanzar, dirigiéndola al receptor con el objetivo de poner fuera (out) a los bateadores por cualquier vía. (Durañona, et al. 2021)

En el caso específico del lanzador, todas las acciones defensivas se inician con sus movimientos y los jugadores ofensivos comienzan su participación tratando de descifrar las trayectorias de los lanzamientos. Baéz, R & Báez, G. (2007).

Dentro de este marco, Arce, et al. (2020), plantea que el lanzador constituye una pieza de mucha responsabilidad e importancia dentro del equipo, de su efectividad y control depende en gran medida la victoria. El trabajo monticular es muy difícil, no solo por el esfuerzo físico y la actividad mental, sino también por la diversidad de los movimientos que lo componen y que se emplean en cada uno de sus lanzamientos, de acuerdo a las situaciones en el transcurso del desafío.

El pitcheo es una acción compleja dado que requiere un alto nivel de coordinación entre las partes superiores e inferiores del cuerpo. El brazo es una de las estructuras que más sufre debido a las características propias de la acción, por esta razón la técnica del lanzamiento debe ser estudiada de manera detallada desde el punto de vista biomecánico para lograr un movimiento racional y evitar traumatismos. Palma-López, A. (comunicación personal 11 de febrero 2022)

En este sentido, Martínez & Aguado (1991), refiere que los movimientos más eficaces de un deporte y para un determinado deportista tienen su explicación bajo la luz de la Biomecánica; mediante su análisis se pudiera llegar a lo que sería un patrón ideal de movimiento basado en conocimientos físicos y biológicos.

Retomando lo que expresa Young, Freedman, & Sears (2013) los movimientos biomecánicos-energéticos de traslación y de rotación, manifiestos en el gesto técnico del pitcher, exigen de una secuencia lógica, ininterrumpida, sincronizada y dependiente, hasta soltar la pelota como producto final, fundamentados en las leyes de la mecánica clásica de Newton y de la conservación de la energía mecánica, cinética y el momento angular.

Para buscar soluciones alternativas a las problemáticas que emanan del área del pitcheo, diferentes investigadores a través del tiempo, han entregado resultados de investigación, entre los que se mencionan a:

## **1.2 Capacidad fuerza en los lanzadores de béisbol**

Cumbrera Sánchez, et al. (2014) proponen una metodología para el entrenamiento de fuerza explosiva alegando que es una condición fundamental para lograr el

rendimiento deseado en su actividad, lo que se traduce en poseer músculos fuertes, rápidos y explosivos; lanzamientos con más potencia y direccionalidad.

Declaran que los avances en el perfeccionamiento deportivo explotan y, al mismo tiempo, tienen como límite las posibilidades físicas del organismo, es decir, su capacidad de desarrollar el nivel requerido de potencia física y de tolerar la carga de entrenamiento que es imprescindible para mejorar esta capacidad.

La metodología del entrenamiento deportivo presentada por los autores anteriormente citados consiste en un sistema de conocimientos sobre las leyes que rigen el Proceso de Formación de la Maestría Deportiva (PFMD), a través de un entrenamiento a largo plazo, y sobre las posibilidades de aplicar esas leyes en las condiciones de entrenamiento y competición.

Emplearon como medios de enseñanza, la palanqueta (barras, discos, soportes, bancos de fuerza acostado), dumbell, ligas, balas de Atletismo, pelotas de Béisbol, pelotas de Softbol, pelotas de goma con sobre peso, pelotas de Béisbol livianas, guantes, las fotos, secuencias y los medios de información rápida sobre las características técnicas del movimiento.

Para el diseño de esta metodología los autores tuvieron en cuenta las particularidades de los planos musculares que intervienen en la acción de lanzar según sus funciones en el juego, además se analizaron los medios más adecuados para su desarrollo con un pre-test y un pos-test por etapas de entrenamiento con la implementación de los métodos teóricos, empíricos y estadísticos.

La funcionabilidad de la metodología se demuestra en su tránsito por estas cuatro etapas, cada una de las cuales se desarrolla con pasos que incluyen acciones específicas, de manera tal que entre ellas se establezcan estrechas relaciones de interdependencia y continuidad, es decir, que en su funcionamiento, aunque cada etapa tiene su propia identidad, esta mantiene relación con la anterior, encargada de garantizarle su éxito funcional (al asegurarle el soporte lógico estructural, instrumental y organizativo), para que el proceso continúe con el desarrollo de las acciones de cada una de ellas.

- Primera etapa: Enseñanza, adaptación y diagnóstico.
- Segunda etapa: Planificación.
- Tercera etapa: Aplicación.
- Cuarta etapa: Control y evaluación.

La preparación de fuerza muscular como una de las capacidades más importantes que debe poseer un lanzador de béisbol, continúa cobrando espacios de discusiones entre entrenadores y demás especialistas encargados de orientar y dirigir el proceso pedagógico del entrenamiento.

Apoyando la idea anterior, el autor la presente investigación considera que dentro de la capacidad fuerza, se hace imprescindible trabajar la fuerza explosiva teniendo en cuenta que los traslados del brazo de lanzar se realizan a máxima intensidad, aunque sus movimientos sean aislados, es decir, no cíclicos. Se trata fundamentalmente de ser capaz de desarrollar la máxima fuerza, en el menor tiempo posible, pero no siempre la velocidad es el factor predominante en la fuerza explosiva.

### **1.2.1 Fuerza explosiva en los lanzadores de béisbol**

De acuerdo con lo que plantea Viedma Morales, A. (2015) en su estudio; un mismo sujeto realizará movimientos explosivos, rápidos o lentos según la progresión de la carga, pero si mantenemos una misma carga, los cambios de velocidad se deberán a los cambios de la capacidad del propio sujeto para manifestar su fuerza explosiva. Concluye que la fuerza explosiva es en la que mayor incremento de tensión muscular (manifestación de fuerza) por unidad de tiempo, se muestra en el gesto técnico de lanzar.

En un concepto más neural, la capacidad neuromuscular de enviar más ondas cerebrales a través de las neuronas motoras (gracias a la acetil-colina y mielina) a la placa motora, estimulando así un mayor número de fibras rápidas (las que tienen mayor capacidad de tensión muscular).

Hace referencia a la fuerza elástico-explosiva y a la fuerza elástico-explosivo-reactiva, donde podríamos resumir que toda fuerza explosiva viene precedida de una fuerte contracción isométrica o de una excéntrica.

Todas estas definiciones tienen como denominador común la fuerza y el tiempo o velocidad de movimiento, por lo que se define como la capacidad de un sujeto de alcanzar o vencer una resistencia alcanzando la fuerza máxima en el menor tiempo con la mayor velocidad posible. Viedma Morales, A. (2015)

### **1.2.2 Adaptaciones de la Fuerza Explosiva**

Los entrenamientos de fuerza explosiva tienen varios tipos de adaptaciones; a nivel neuromuscular mejoran la coordinación intra e intermuscular, debido a las altas intensidades sometidas (es decir a la alta velocidad de ejecución) y por los regímenes de contracción usados (constantes ciclos de estiramiento-acortamiento) que provocan una mejora en los reflejos musculares y en la sincronía muscular.

Orientando la fuerza explosiva al entrenamiento, cada vez se tiende más al entrenamiento de fuerza explosiva con pliometría y autocarga, dejando el entrenamiento con cargas alta para los periodos de fuerza máxima e hipertrofia. Bompa, T. (2005).

### **1.3 Beneficios de trabajar la fuerza explosiva en lanzadores**

- ✓ Mejora y aumenta de la sensibilidad de los procesos reflejos (reflejos miotáticos); al producirse constantes ciclos de acortamiento-estiramiento, tanto en el trabajo con gestos pliométricos, como durante el desarrollo del entrenamiento, sobre todo por la ejecución a alta intensidad (normalmente ligada a alta velocidad de ejecución), el reflejo miotático se vuelve más sensible, a la vez que el miotático inverso es más difícil que se active, provocando así una mayor eficiencia. Bompa, T. (2005).
- ✓ Se producen mejoras a nivel intermuscular; básicamente por el continuo uso de grandes cadenas cinéticas que recluten grandes grupos musculares; es imposible que una cadena cinética funcione bien si no existe una sincronía entre músculos agonistas, antagonista y sinérgicos.
- ✓ A nivel intramuscular se producen una mejor sincronía y coordinación en la contracción de las fibras musculares; el circuito de Renshaw aumenta su eficacia durante la contracción muscular y se producen mayores liberaciones

de calcio, ya que el impulso recibido es mayor, por el trabajo a alta intensidad.

Esto provocará además un aumento de las fibras blancas García, R. (2007).

Se ha comprobado que la carrera de muchos lanzadores, de ellos la mayoría jóvenes, ha terminado por tener una insuficiente mecánica y otros por no tener hábitos correctos de entrenamiento lo que trae consigo que sufran lesiones que en muchas ocasiones los alejan de sus principales competencias.

Al valorar la importancia del entrenamiento de la fuerza muscular y su control, se percibe que una actuación exitosa en las competencias y el logro de rendimientos acorde con los atletas de élite mundial, en correspondencia con las exigencias del deporte, depende, en gran medida, de las características físicas del soma del atleta y sobre todo, en el lanzador, la fortaleza muscular resulta determinante para el buen desempeño del mismo. Cumbreira Sánchez, et al. (2014)

Estos autores, trabajan y dirigen sus objetivos a la preparación de esta capacidad, utilizando métodos científicos y tecnológicos que alcancen ser más eficaces, es decir, que solo centran sus intereses al incremento de la fuerza y no precisan en dicha obra como desarrollar una mecánica con fluidez que contribuya a un mejor resultado.

En favor a lo anteriormente mencionado Tomas, (2020) ratifica la importancia de enfatizar en una buena técnica con el fin de obtener el máximo rendimiento con el menor esfuerzo y minimizar el riesgo de lesiones. Alega además que la velocidad obtenida por un lanzamiento sería la mitad si la acción solo dependiera de la musculatura.

#### **1.4 El control en los lanzadores**

Desde otra perspectiva Nolzco Rivera, L. (2010) orientó su investigación hacia la elaboración de un sistema de acciones para potenciar el control de los lanzadores en la EIDE de Guantánamo, sobre esa base manifiesta que el control es uno de los componentes del período de la preparación más afectado y menos desarrollado; asimismo declara que el control de los lanzamientos en la zona de strike es fundamental.

Los lanzadores deben emplear su propio estilo, específicamente en lo que se refiere al ángulo de soltar la bola para un aceptable control, que debe ser el que resulte más cómodo y natural. Gran cantidad de lanzadores con buenas perspectivas de desarrollo se han frustrado porque han tratado de cambiarle los movimientos habituales de lanzar. Nolzco Rivera, L. (2010)

El control de la habilidad de lanzar la pelota de béisbol ha sido estudiado por diferentes autores, entre los que se citan a Álvarez Lorente, M. & López Labat, H. (2005), a Ealo de la Herrán (2005), González García, et al. (2019), entre otros; los que han dado elementos de forma general acerca del tema.

Entre otros aspectos, dejan bien claro los requerimientos de que deben disponer los lanzadores para la actividad de lanzar, entre los que destacan los aspectos físicos, genéticos, mentales y de temperamento, y dentro de estos el somatotipo que se necesita, tipo de fibras musculares, el desarrollo elevado de los principales procesos psíquicos con que deben disponer los jugadores de estas posiciones, así como autocontrol y coraje.

En la opinión de Villalobos Trujillo, J & Álvarez Lorente, M. (2010) el lanzador en el deporte de béisbol demanda de nuevas concepciones para su entrenamiento, existe la necesidad de cambiar conceptos en la forma de entrenar; o sea, entrenar con la mentalidad de acuerdo al nivel de los deportes en el mundo.

Ambos autores proponen tener en cuenta la evolución que hoy en día se va suscitando respecto a los componentes de la carga de entrenamiento, implicado un cambio en lo que se quiere trabajar, en la forma de entrenar y, esto estará condicionado a la naturaleza de la carga.

Según plantea Villalobos Trujillo, J & Álvarez Lorente, M. (2010), estará esta forma de preparación determinada por el nivel de especificidad y el potencial de entrenamiento, trasladando de menor a mayor el grado de dificultad del ejercicio con la manifestación propia del movimiento, es decir, hay que entrenar atendiendo a la mecánica de lanzamiento propia de cada deportista y a los resultados estadísticos reales que

demanda el atleta durante el arte de lanzar y, al mismo tiempo, que su entrenamiento sea muy similar a lo que realmente se espera que realice en el juego.

Un valioso aspecto a tomar en cuenta para el cambio de conceptos en la forma de entrenar está dado en su orientación y, esta estará definida por la cualidad o capacidad que es potenciada (en el plano físico, técnico, táctico, o psicológico) y por la fuente energética solicitada predominantemente (procesos aeróbicos, o anaeróbicos). Villalobos Trujillo, J & Álvarez Lorente, M. (2010)

Por todo ello se impone la necesidad del cambio de conceptos en la forma de entrenar, por lo cual en sentido general el entrenamiento actual del lanzador, en su componente técnico, táctico, físico y psicológico deberá estar orientado a su dinámica de lanzar; al dominio de los diferentes ángulos de salida de la bola y, respaldado por las repeticiones constatare de su mecánica de movimiento para la formación del estereotipo dinámico. Villalobos Trujillo, J & Álvarez Lorente, M. (2010)

Se impone un trabajo físico, donde su concepción deberá estar equilibrado en el desarrollo de un entrenamiento similar a la acción de lanzar y, en él juegue un papel esencial la fuerza explosiva, que, acondicionando el brazo, este disponga de cortas milésimas de segundos de la energía necesaria para la ejecución del movimiento (Energía ATP CP convertida en energía potencial).

Si bien estos trabajos tributan al tratamiento que merece el objeto que se investiga, en su totalidad están dirigidos a componentes específicos de la preparación, trayendo como consecuencia la insatisfacción de los elementos técnicos que demanda el lanzador de béisbol.

Visto de esta forma, el autor de la presente investigación busca describir los principales elementos técnicos y la secuencia con la que asciende la energía cinética desde miembros inferiores hasta los miembros superiores para convertirse en energía potencial en el momento que se ejecuta el envío a home.

Algunas de sus manifestaciones apuntan a la potencia que deben generar los pitches en sus miembros inferiores, core (abdominales y faja lumbar), tronco y cintura

escapular con el objetivo de que sean capaces de transmitir esa fuerza que producen con los primeros movimientos de las piernas hasta la mano con la que va a lanzar, (Piernas-Cadera-Espalda-Hombro-Codo-Muñeca). (Ver figura 1)



**Figura 1. Transmisión de la Fuerza de Miembros inferiores superiores. Fuente. (Tomas, 2020).**

### 1.5 Subdivisión de las fases del pitcheo

El lanzamiento es un movimiento continuo y fluido que nunca se detiene. Para proporcionar un mayor entendimiento, es necesario fraccionar el movimiento, puesto que cumplir con la técnica correcta en las fases iniciales provoca una fluidez y dinamismo en el movimiento. En cambio, si se infringen los patrones técnicos correctos, el lanzamiento será menos veloz y efectivo.

Guerrero- García, et al. (2014) divide el movimiento del lanzador en tres fases:

- **Fase Inicial o Preparatoria:** Equilibrio-Dirección, en la subfase de Wind Up considerado desde el primer movimiento hasta que las manos se separan.
- **Fase Principal o Desplazamiento:** Zancada y elevación del codo.
- **Fase final:** Aceleración, deceleración del brazo y seguimiento del lanzamiento.

Estos antecedentes demandan de la aplicación sistemática de los principios de la biomecánica en esos pequeños detalles que definen una correcta y racionalizada técnica del lanzamiento durante sus tres fases de movimientos.

### 1.6 La Biomecánica Deportiva como ciencia aplicada

Varios son los autores que estudian el desarrollo y avance de la biomecánica como ciencia aplicada al deporte, así como los conceptos emitidos relacionados con el tema. Atendiendo el criterio de Donskoi & Zatsiorski (1988) la biomecánica es la ciencia que se encarga del estudio de los movimientos en los organismos vivos su causa y

manifestación. Las semejanzas entre los movimientos del hombre y de los animales existentes solo a un nivel biológico. El hombre mediante su conciencia controla, dirige y perfecciona planificada mente sus movimientos.

Haciendo alusión a la Biomecánica Gutiérrez, M. (1999) la conceptualiza como la ciencia que aplica las leyes de la física al estudio del movimiento humano en la propia actividad física. Asimismo, Toro, A. (2018) suscribe que esta materia aplica las leyes de la mecánica a las estructuras y los órganos de los seres vivos; en el caso específico del cuerpo humano, se utilizan sistemas de valoraciones que están compuestos para el análisis descriptivo de los movimientos y articulaciones, la determinación de la participación muscular en el cuerpo en quietud y en movimiento y las fuerzas internas y externas que inciden en él.

Otro criterio referente a dicha materia (Lopategui, 2000) plantea que, en el estudio de la técnica, la biomecánica permite analizar el movimiento humano desde una óptica científica, ayuda analizar efectivamente las destrezas motoras, de manera que se evalúe eficientemente e inteligentemente una técnica y que corrija si hay una falla.

Se trata de acudir al empleo de las nuevas tecnologías a través de software informáticos que permitan precisar y detectar elementos defectuosos de cada acción técnica que imposibilite la fluidez en el movimiento del brazo de lanzar fundamentalmente en el momento que suelta la bola. (Martínez- Nieblas, 2012).

Como disciplina docente, la Biomecánica analiza al hombre como sistema biomecánico, los diferentes elementos que componen el análisis biomecánico del deportista como son las características temporales, espaciales, espacio-temporales, velocidades, aceleraciones, centro de gravedad del cuerpo, segmentos corporales, entre otros. Esto permite el desarrollo de la práctica deportiva para mejorar su rendimiento, técnicas de entrenamientos y diseñar complementos, materiales y equipamiento de altas prestaciones. (Donskoi & Zatsiorski, 1988)

Dada la creciente complejidad de la formación y el desempeño en todos los niveles del deporte de competencia, no es de extrañar que los atletas y entrenadores estén recurriendo a la bibliografía donde se han investigado aspectos biomecánicos de su deporte para obtener ventajas competitivas. El objetivo general de la biomecánica

deportiva es desarrollar una comprensión detallada de los movimientos mecánicos específicos y sus variables de desempeño para mejorar el rendimiento y reducir la incidencia de lesiones, esto se traduce en la investigación de las técnicas específicas del deporte, así como diseñar y mejorar los implementos deportivos en cada una de sus esferas de actuación.

### **Nuevas tecnologías aplicadas al deporte:**

El desarrollo en los últimos años de la Biomecánica Deportiva está íntimamente relacionado al avance tecnológico. Unas de las herramientas más útiles para explicar el gasto deportivo es la fotogrametría video o el análisis de video gráfico, se trata de un método de captación y de tratamiento de imágenes digitales que permite valorar si la ejecución de movimiento se realiza sin errores técnicos y sin patrones de movimientos lesivos. Con la aplicación del software biomecánico se facilitan los análisis de los movimientos de los atletas.

Ejemplo de esto es el HUMAN v 5.0, con más de 14 años de explotación científica y comercialización, permite medir alta gama de magnitudes físicas a partir de las imágenes, hacer correcciones empleando métodos matemáticos muy avanzados y resistentes.

Por su parte, Kinovea es una aplicación de software libre, de fácil instalación, permite el análisis de video y está dedicado al deporte. Dirigido principalmente a los entrenadores, atletas y profesionales de la cultura física. Se aplica con gran aceptación en nuestro país por las variadas informaciones que brinda a los entrenadores, atleta e investigadores y la facilidad para trabajar. Está disponible en cualquier idioma (inglés, francés, holandés, finlandés, alemán, griego, italiano, noruego, polaco, portugués, rumano, español, turco y chino); la versión 0.95 de Kinovea es la más actual en cuanto a tecnología y resultados.

Tal y como apunta Baude, et al. (2015) Kinovea es un software de análisis de movimiento en 2D, de descarga gratuita, y fácil acceso en su sitio Web (Kinovea.org). Durante muchos años, este programa ha sido utilizado en diferentes campos deportivos, como la halterofilia, atletismo, entre otros, hasta llegar al campo de la medicina, convirtiéndose en una herramienta alternativa eficaz, para el proceso de

evaluación. Puede rastrear los puntos preseleccionados durante los movimientos y medir distancias de dos puntos fuera de línea

Para realizar la filmación de las acciones deportivas se hace necesario tener en cuenta diferentes requisitos biomecánicos, que permiten el adecuado análisis de los mismos en el deportista, aseguran además que los datos que se obtengan sean confiables con un rango de error despreciable. Peña López, O. (2021)

### **1.7 Requisitos para lograr una adecuada filmación**

- Conocer la frecuencia de filmación de la cámara a utilizar.
- Situar la cámara fija a un trípode.
- Determinar el plano de filmación.
- Situar el lente óptico de manera que forme un ángulo recto con el plano de filmación.
- Situar la cámara preferentemente a la altura del centro de gravedad.
- Si el movimiento se realiza preferentemente en la vertical, se determinará un punto medio entre el atleta y el punto más alto del movimiento para situar la altura del lente óptico.
- La cámara deberá situarse de manera que la mayor magnitud de iluminación no quede de frente al lente óptico.
- Se filmará un objeto de medida en el plano del movimiento, de manera que se permita establecer la escala de trabajo a través de mismo.
- Después de situada fija la cámara y teniendo en cuenta lo anterior dicho, no deberá moverse del lugar y de ser necesario su traslado, se deberá volver a filmar el objeto de longitud conocida y cumplirse todo lo anterior explicado.

## **CAPÍTULO II. - DISEÑO METODOLÓGICO**

El equipo de Cienfuegos ha presentado un balance positivo en el área del bateo, sin embargo, el área del pitcheo ha sido catalogada como el talón de Aquiles del plantel. El planteamiento siguiente es una realidad: Ningún lanzador del staff de pitcheo de dicho elenco, sobrepasa las noventa millas. Por ello, la dirección del equipo sugiere destinar los primeros estudios del proyecto al trabajo monticular.

El presente estudio se llevó a cabo en el cuerpo de lanzadores del equipo provincial primera categoría de béisbol en Cienfuegos con la colaboración del equipo de biomecánica de la Universidad de Cienfuegos y la dirección del proyecto *Núcleo territorial para el desarrollo sostenible del béisbol desde la ciencia e innovación*.

El mismo, tiene como objetivo fundamental, determinar a partir del análisis a través del software Kinovea versión 0.95, los principales elementos que impiden la ejecución correcta del lanzamiento. El colectivo técnico y la Comisión Provincial de Béisbol manifestaron su total acuerdo con el desarrollo de la investigación y facilitaron que la misma se llevara a cabo.

## **2.1 METODOLOGÍA EMPLEADA.**

### **2.1.1 Métodos teóricos**

**Histórico – Lógico:** Establece antecedentes del estudio. En este caso, se empleó con el fin de sustentar la situación problemática y que antecedieron al problema científico tratado.

**Analítico – sintético:** Este método permitió establecer los distintos criterios y tomar posiciones acerca de los principios y conceptos ya establecidos históricamente y que sustentan la investigación. También se manifestó durante el proceso de consulta de la literatura, la documentación especializada y en la aplicación de otros métodos del conocimiento científico.

**Inductivo – Deductivo:** Aquí se combina el proceso de lo particular a lo general que posibilita establecer generalizaciones con el movimiento de lo general a lo particular. Se trabajó en la interpretación de los datos empíricos fundamentalmente.

### **2.1.2 Métodos empíricos.**

**Análisis de documentos:** Se empleó con el objetivo de revisar los documentos oficiales que rigen el béisbol en Cuba; así como de otros centros que ofrecen informaciones relevantes en cuanto a salud del atleta se trata. Se consultaron tesis, también artículos publicados en revistas científicas especializadas tanto nacionales como internacionales.

**Entrevista:** Este método fue aplicado al entrenador principal y jefe del equipo de especialistas que trabajan en el área de pitcheo del equipo Elefantes de Cienfuegos con el fin de conocer las principales deficiencias en la mecánica de pitcheo que presentan sus atletas.

**Tipo de Entrevista:** Entrevista no estructurada.

Tiene un carácter abierto, al realizarse de forma no estructurada o formalizada donde se ofrece al entrevistado una o varias temáticas para que las desarrolle en profundidad y libertad según su propia iniciativa, no estando predeterminadas las preguntas específicas ni las alternativas de respuestas.

El objetivo del entrevistador o investigador es precisamente que la persona se manifieste espontáneamente. Se utilizó para conocer las deficiencias técnicas que presentan los pitchers, así como para determinar los indicadores biomecánicos a estudiar en la mecánica de pitcheo seleccionada por los propios entrenadores para el estudio. Ver Anexo #2.

### **Observación**

**Tipo de Observación:** Indirecta, de laboratorio, estructurada (controlada) y participante. Se usan, en formas especialmente ampliadas con posibles medios técnicos auxiliares para la observación como (cámara, Fotografías, videograbadora). La observación fue aplicada al atleta, siendo objeto de filmación para luego analizar sus movimientos en cuanto a trayectoria, variaciones de los ángulos de las articulaciones, indicadores de velocidad etc. Se utilizaron una cámara marca Nikon, trípode con nivel, computadoras y el software Kinovea versión 0.9.5.

Tomando como referencia la entrevista, se preparó una guía o protocolo de observación donde aparecen los elementos del proceso que se estudiarían, lo cual garantiza la uniformidad del procedimiento de agrupar los datos para el sujeto, con el objetivo de que pueda ser valorado y evaluado en igualdad de condiciones. Se elaboró un registro de la información y los observadores estuvieron incluidos directamente en el proceso de estudio. Este instrumento se empleó durante todo el período de análisis de los resultados. Ver anexo #3.

El atleta fue observado en el propio medio donde se desenvuelve, en estado natural. Esto justifica que la observación clasifique dentro de las de campo por estar en contacto directo con el objeto de estudio en su situación real.

### **Medición**

En la investigación se efectuaron mediciones antropométricas al atleta las cuales conforman datos útiles para el uso del software Kinovea 0.9.5 empleado en el estudio para el análisis de la técnica. Se empleó la cinta métrica tradicional y una pesa digital.

### **2.2 Paradigma o enfoque: cuantitativo**

La investigación cuantitativa debe ser lo más “objetiva” posible. Los fenómenos que se observan o miden no deben ser afectados por el investigador, quien debe evitar en lo posible que sus temores, creencias, deseos y tendencias influyan en los resultados del estudio o interfieran en los procesos y que tampoco sean alterados por las tendencias de otros. El investigador/a se plantea un problema de estudio delimitado y concreto sobre el fenómeno, aunque en evolución. Sus preguntas de investigación versan sobre cuestiones específicas. La recolección de los datos se fundamenta en la medición (Hernández Sampieiri, 2014)

El estudio fue realizado desde una perspectiva objetiva, se realizaron mediciones exactas, se fragmentó el movimiento en aras de proporcionar un mayor entendimiento. El lenguaje utilizado es claro, directo y preciso. Además, el investigador mantuvo una postura neutral, evitando que sus emociones incidan en el fenómeno estudiado.

### **2.3 Tipo de estudio: Descriptivo**

La meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar propiedades, características y perfiles de procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. (Hernández Sampieiri, 2014)

### **2.4 Diseño no experimental (transversal)**

En los diseños de investigación transversales se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede (Hernández Sampieiri, 2014)

## 2.5 Población, Muestra y Tipo de muestreo (ver tabla 1)

Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. (Hernández Sampieri, 2014)

Población	15
Muestra	1
Tipo de muestreo	Intencionada – No probabilística

**Tabla 1 población y muestra**

**Muestreo no probabilístico:** La elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador

### **Criterios de selección de la muestra:**

- Atleta medallista de los juegos centroamericanos en Colombia 2021.
- Perspectiva del equipo nacional primera categoría en Cuba.
- Uno de los lanzadores más jóvenes y con más condiciones del equipo.
- Interés de la Comisión Provincial en preservar su salud y prevenir lesiones que pudieran alejarlo de la competencia.

### **Tecnología utilizada para la filmación y procesamiento de los datos**

- cámara marca Sony
- trípode con nivel
- Computadora de mesa
- software Kinovea versión 0.9.5.

### **Importancia de la investigación**

Mediante el empleo de los avances tecnológicos es evidente el desarrollo del deporte. Con este tipo de estudios los entrenadores pueden contar con una herramienta de trabajo muy eficiente para determinar los principales errores técnicos de sus atletas y evitar las lesiones. De igual manera el presente estudio constituye un material

didáctico para el entrenador y para los atletas por lo que esta investigación representa un aporte científico para el perfeccionamiento del deporte.

Al concluir el estudio, entrenadores y atletas tendrán, en primer lugar, la posibilidad de reconocer sus deficiencias y, en segundo lugar, reajustar la preparación en función de solventar dichos aspectos y alcanzar la maestría deportiva. De igual manera, los resultados de la investigación pueden tener una incidencia positiva en los resultados competitivos del atleta en particular, lo cual aumentaría las posibilidades de victoria del elenco.

### **CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este capítulo se describen los resultados obtenidos mediante el estudio biomecánico con el empleo del software Kinovea 0.9.5, Se analiza la mecánica del lanzamiento en cada una de las fases teniendo en cuenta los indicadores a estudiar propuestos por los entrenadores.

#### **3.1 Análisis de documentos**

Entre los documentos consultados, se encuentra la página oficial del béisbol cubano; sitio web que brinda una amplia magnitud de datos estadísticos de referencia puesto que son utilizados fundamentalmente por directores y entrenadores para perfeccionar su trabajo.

Por otra parte, se consultó documentos e informes del Instituto Provincial de Medicina Deportiva, los mismos fueron utilizados para comunicar el estado de salud de nuestros atletas; se revisaron tesis (doctorado, maestrías y grado) así como artículos publicados en revistas especializadas tanto nacionales como internacionales.

#### **3.2 Resultados de la entrevista**

La entrevista se realizó al entrenador principal del área de pitcheo, y al director del equipo dando como resultado.

#### **Preguntas de la entrevista**

- ❖ ¿Por qué usted considera que el pitcheo es uno de los aspectos que más interés de estudio despierta para especialistas y entrenadores?
- ❖ ¿Qué atleta usted considera que debe ser estudiado desde el punto de vista Biomecánico?
- ❖ Mencione los principales indicadores que usted considera que deben ser medible
- ✓ Al estudiar la mecánica de pitcheo se le da prioridad a uno de los componentes más importantes que debe dominar un lanzador de béisbol, trabajar con una buena técnica garantizará resultados positivos para el deportista y por consecuencia para el equipo; por otra parte, preservará su estado de salud, minimizando el riesgo de sufrir lesiones.
- ✓ Alex Daniel Pérez Ramos.
- ✓ Amplitud del paso, apoyo durante la estadía bípeda, separación de las manos, ángulo de la rodilla en el momento de la caída, acción de la pierna de pivot

### **3.3 Resultados de la medición**

La medición fue necesaria para introducir los datos en el software, de esta manera se obtuvo información en tiempo real de gran importancia para validar la investigación.

Atleta del sexo masculino con 24 años de edad, mide 185cm, pesa 86kg; con una experiencia como lanzador de 10 años desde que debutó hasta la fecha. Como uno de sus principales resultados se puede destacar la medalla de bronce en los juegos Panamericanos (sub-23) Colombia 2021. Ver anexo # 4.

### **3.4 Resultados de la observación**

En aras de buscar soluciones y organizar mejor nuestro trabajo se dividió la técnica en tres fases que permitió individualizar y especificar en qué momento del movimiento mostraba sus principales deficiencias.

#### **Fase inicial**

En la posición inicial o fase preparatoria, se estima que el lanzador debe permanecer con sus hombros relajados, componente que ayudará sobre todo a acumular la mayor

cantidad de energía potencial posible para trasladarse con mayor velocidad (Ver figura 1)



**Figura 1. Posición Inicial. Fuente. Elaboración propia.**

El instante que captura la imagen permite visualizar cómo al levantar la pierna de péndulo buscando la mayor concentración de energía posible, ocurre una excesiva rotación interna que lo hace alejarse de la línea media horizontal. Esto provoca que el tronco y el hombro giren demasiado hacia atrás, aspecto negativo que atenta contra el enfoque y la visualización con la línea de tiro hacia home.

De acuerdo con el criterio de Almeida, et al. (2020), la pierna de pivote debe estar a unos 15° o 20° respecto a la tabla sobre el montículo, esto favorece el trabajo de extensión de la rodilla (flexión y extensión) su funcionamiento de manera correcta y sin riesgo de lesiones, con suma de más fuerza en el pliegue de la articulación tibio - femoral (rodilla) la cual garantizará una adecuada amplitud de la zancada en el momento del traslado en dirección al catcher.

El apoyo metatarsiano constituye la base aseguradora de que la energía sinérgica junto a la fuerza explosiva se traslade hacia el brazo de lanzar en búsqueda de una mayor tirada. Gonzales-García, et al. (2007).

En la figura 1 ocurre todo lo contrario, producto del apoyo plantar existe una dispersión de la fuerza hacia atrás, creando una resistencia que vencer, provocando que la pierna delantera se traslade en forma de abanico hacia la goma. Por esta razón la fase de vuelo se alarga, la cadera gira demasiado lento y la velocidad del envío disminuye.

Países desarrollados como Estados Unidos y Japón muestran sorprendentes éxitos en el pitcheo en cuanto a la diversidad de lanzamientos, el control, el pensamiento táctico y estratégico, la concentración, aprovechamiento del tiempo en el box y los estudios que realizan de los equipos contrarios. Arce, et al. (2020).

## Fase principal

Durante el traslado hacia el home plate, de acuerdo con Pilotos-Martínez, et al. (2012) la energía sube en reacción a la fuerza desplegada en el apoyo, desde la punta de los dedos del pie de pivot, de este a los brazos, y de este a la mano de la bola. Hay mucha energía, nervios, concentración y actividad física.

Según apunta Crespo, et al. (2021) en esta fase se transfiere a la pelota todo el impulso mecánico y la energía cinética suficiente almacenada para lograr un lanzamiento rápido. Es donde el pitcher se dispone a imprimirle a la pelota, de una masa de 145 gramos, una velocidad superior a las 90 mph (144.8 km/h), al liberar la energía almacenada en la fase (I) y continúa la cadena cinética, sin pausas y aprovechando la restitución de las propiedades elásticas del sistema, al extremo de ser considerado uno de los movimientos más rápidos en cualquier destreza deportiva, con una velocidad angular de giro considerable.



**Figura 2. Fase de Traslado. Fuente. Elaboración propia.**

En la anterior imagen se muestra la orientación y el traslado del atleta en la fase principal. Se pudo constatar que debido a ese aumento en la rotación interna al levantar la pierna de péndulo en la fase inicial y girarla demasiado en dirección al campo corto, tiene que salir hacia adelante en forma de abanico y no en forma de onda, como debería ser, así lo testifica Palma- López, A. (comunicación personal 11 de febrero 2022).

Por tanto, la pierna de péndulo ataca barriendo, provocando que la cadera se esfuerce

más de lo habitual en búsqueda de una correcta dirección hacia el objetivo final. (cácher). Como consecuencia, la pierna de péndulo permanece más tiempo en fase de vuelo, por lo que pierde aceleración. La cadera gira mucho más lenta, frenando la energía cinética y la fuerza que se generó en la pierna de pivot.

Palma- López, A. (comunicación personal 11 de febrero 2022) afirma categóricamente que la cadera es el motor del brazo, si la cadera gira rápido, el brazo se desplazará con fluidez por la línea de tiro. Uno de los aspectos determinantes en la velocidad del lanzamiento es el giro explosivo de la cadera, para que transmita energía a través de las cadenas cinemáticas y desplace el brazo a gran velocidad.

Otro de los fundamentos, que nos aporta Palma- López, A. (comunicación personal 11 de febrero 2022) van enfocados hacia el incorrecto ataque con el talón, ocasionando primero, que la fuerza y el centro de gravedad del cuerpo se concentre hacia atrás provocando un frenaje en el movimiento, anulando así la acción de la espalda. En segundo lugar, la cadera abre prematuramente y existe escape de fuerza.

Por el contrario, al atacar el home con el talón se logra una perfecta rotación interna de la cadera que permite más aceleración en la parte superior del cuerpo; además la pierna se traslada sin dificultad hacia home, de esta manera se evitan movimientos que requieran un gasto energético adicional, y, por ende, un consumo de energía innecesario que atente contra el desempeño del lanzador durante el partido.

### **Amplitud del paso**

Producto de comenzar el traslado hacia home con la pierna delantera, sin aprovechar la energía cinética que pueda proporcionar la pierna de pivot, la amplitud del paso es de 150.95 cm (**figura 3**), quedando por debajo de las posibilidades reales. (**ver tabla 2**). Teniendo en cuenta que la altura del atleta es de 1.85 m y que la amplitud de la zancada debe ser aproximarse al 87 % de la altura, el paso debe alcanzar una amplitud cercana a 1.60 m.

**Tabla 2 Amplitud del paso**

<b>Lanzador</b>	<b>Alex Daniel Pérez Ramos</b>
<b>Estatura</b>	<b>1.85 m</b>
<b>Paso ideal (87 %)</b>	<b>1.60 m</b>
<b>Zancada</b>	<b>1.50 m</b>
<b>% con la Estatura</b>	<b>81 %</b>



**Figura 3. Amplitud de la Zancada. Fuente. Elaboración propia.**

Durante el momento de la caída, es decir cuando se produce el apoyo, el pitcher cae con el torso del pie provocando un frenaje del movimiento y una pérdida de la secuencia de sumatorias de fuerza y velocidad que trae desde el inicio. Otro indicador negativo radica en su caída cruzada, en otras palabras, se apoya en un punto y debe efectuar el envío para otro, aspecto desventajoso, dado que, desvía la visión periférica de la zona de strike.

En la figura 4, el lanzador investigado abre el hombro para compensar el apoyo, esto no fuera posible sin abrir la cadera de forma prematura, como producto se evidencia un descenso en la aceleración e influye negativamente en la potencia del envío.



**Figura 4. Apertura de hombro y cadera. Fuente. Elaboración propia.**

Cuando cae y apoya la pierna delantera tiene que hacer una pequeña inclinación de la rodilla hacia adentro, este es uno de los factores que no permiten la abertura temprana de la cadera y la correcta función de su mecánica. El lanzador en cuestión no cumple con este parámetro, puesto que la rodilla se abre como consecuencia de la apertura de la cadera. Este es otro factor que impide un envío eficiente y dinámico.

#### **Fase Final.**

Esta fase evidencia la calidad, efectividad del gesto técnico y el cumplimiento de toda la secuencia del movimiento, es donde el pitcher muestra el control externo durante la desaceleración cinética y angular de todo el sistema y de la inercia del cuerpo, dado que algunas partes del sistema tienden a continuar su estado de movimiento de rotación acelerado. Crespo, et al. (2021).

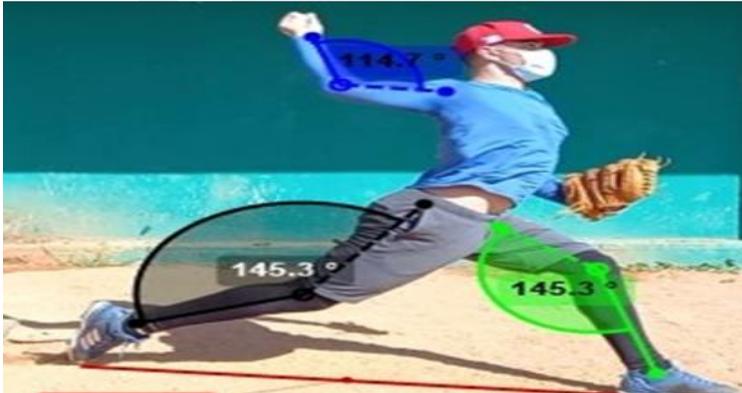
La efectividad en esta fase depende en gran medida del correcto cumplimiento de los patrones técnicos de las fases anteriores. Una secuencia ordenada de los movimientos que aproveche la acción de las cadenas cinemáticas y los pliegues articulares requiere de una alta maestría deportiva. Para propiciar un lanzamiento veloz y en zona de strike, en el instante donde la pelota llega al punto de salida, hay que cumplir dos aspectos fundamentales:

- Pronación de la mano al llegar al punto de salida
- Angulo relativo del codo menor de 90 °

La figura 5 muestra la coordinación de la parte superior del cuerpo hombro-brazo-tronco y su relación con las extremidades inferiores cadera- muslo- pie (de pívot de la

zancada), describe además el movimiento del codo de la mano derecha en el gesto del lanzamiento.

El atleta traslada la articulación húmero-radial del codo con un ángulo de  $114^\circ$ , se puede apreciar como la mano de lanzar se encuentra supinada, esto trae consigo que no pueda utilizar todas las palancas del brazo restando fuerza y velocidad.



**Figura 5. Descripción del ángulo del codo. Fuente. Elaboración propia.**

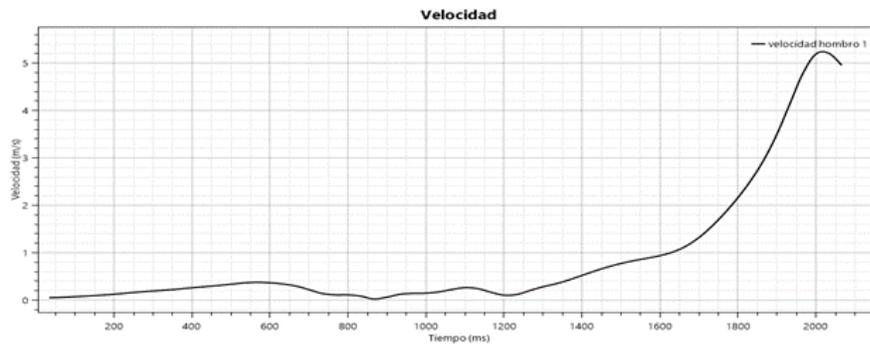
La supinación temprana de la mano de lanzar, antes de iniciar el giro de la cadera, aspecto desfavorable que atenta contra la fluidez del movimiento. Al girar la mano, giran los huesos que la sostienen (radio, cúbito, húmero), el radio y el cúbito empujan al húmero originando que la cabeza del húmero haga una pequeña rotación dentro de la cavidad glenoidea de la escápula, que limita los grados de amplitud de la articulación escápulo-humeral, esto impide que el codo suba y efectúe un recorrido amplio por la línea de disparo. Palma- López, A. (comunicación personal 11 de febrero 2022)

El incumplimiento de este gesto técnico puede comprometer seriamente la salud del brazo, dado que cuando la cabeza del húmero choca en la cavidad glenoidea de la escápula puede causar daños severos en la articulación glenohumeral y provocar lesiones en el hombro.

### **Graficas de Velocidades**

Tal y como se aprecia en el gráfico 1, la velocidad del hombro durante la ejecución del movimiento hasta que suelta la pelota, registra 5.21m/s en movimiento continuo, sin embargo, se aprecia como disminuye su velocidad y se hace cero en 800m/s, luego aumenta y vuelve a caer en los 1200m/s, aspecto desventajoso que permite entender

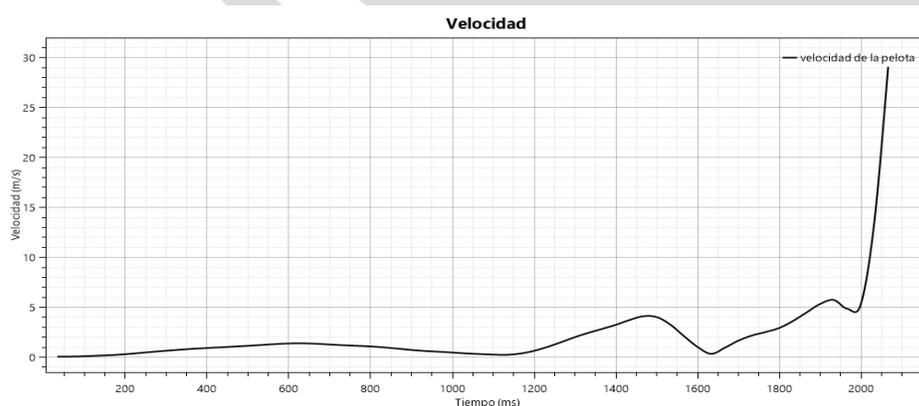
cómo se ve afectado la transmisión de la energía y la fuerza a través de las cadenas biocinemáticas.



**Gráfico 1. Velocidad del Hombro durante todo el movimiento 5.21m/s. Fuente. Elaboración propia.**

Por su parte, la pelota registra una velocidad de 29.09 m/s desde su iniciación y ejecución del movimiento hasta el momento que hace el último contacto con los dedos y la bola va hacia home. Este dato registrado en el gráfico representado anteriormente se considera muy por debajo de las posibilidades reales de este lanzador ya que apenas llega a 80 millas por horas.

La grafica 2, describe tres momentos negativos durante la trayectoria de la velocidad, cuando alcanza 1100m/s, a los 1600m/s y se hace cero una vez más a los 2000m/s por tanto no aprovecha las aceleraciones que se crean debido a las rotaciones de hombros y caderas, la pelota debe ir en forma ascendente buscando aceleración en todo momento. (Palma- López, A., comunicación personal 11 de febrero 2022).



**Gráfico 2. Velocidad de la pelota durante todo el movimiento 29.09m/s. Fuente.**

### **Elaboración propia.**

Otro detalle que se puede observar, se refiere al momento de máxima aceleración en el final de la mano (1950m/s) hasta que suelta la pelota demora más de 0.1 segundo cuando la mayoría de los pitcher demoran entre 0.07 y 0.09 segundos con excepción de Aroldis Chapman que lo hace en 0.03 segundos, es por ello que dibuja una de las mejores mecánicas de la técnica de la MLB.

## CONCLUSIONES

- Los fundamentos teóricos-metodológicos evidenciaron que los autores consultados motivados por el estudio en el área del pitcheo tributan al tratamiento que merece el objeto que se investiga, sin embargo, en su totalidad están dirigidos a componentes específicos de la preparación, esto aportó como consecuencia, la insatisfacción de los elementos técnicos que demanda un lanzador de béisbol.
- Los principales indicadores que influyen en una correcta ejecución de la mecánica de lanzar son: correcta alineación de la cabeza-centro de gravedad-pie de pivot, amplitud de la zancada, apoyo plantar, apertura de hombro y cadera y ángulos relativos de codo y pierna.
- Dentro de los principales errores cometidos se pueden apreciar  
El apoyo plantar.
  - Poca concentración de la energía cinética.
  - Exagerada rotación interna de la cadera
  - La pierna de péndulo ataca home en forma de abanico, esto provoca que la cadera se esfuerce más de lo habitual en búsqueda de una correcta dirección hacia el catcher.
  - Supinación temprana de la mano.

## RECOMENDACIONES

- ❖ Continuar realizando estudios de esta índole en los demás lanzadores del staff de pitcheo del equipo de béisbol elefantes de Cienfuegos.
- ❖ Establecer un patrón correcto de la mecánica del lanzamiento, para introducir en categorías escolares y juveniles de los equipos de béisbol de la provincia.
- ❖ Presentar el estudio realizado en eventos científicos de interés para socializar los resultados de la investigación.
- ❖ Sistematizar los estudios biomecánicos en las diferentes etapas de la preparación.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Almeida- Almeida, A., de la Rosa- Santana, J., Santisteban- López, L., Peña- Anglin, M., & Labrada González, D. (2020). La articulación de la rodilla: lesiones del ligamento cruzado anterior. *Revista científica estudiantil*. 3(1) pp: 38. <https://revdosdic.sld.cu/index.php/revdosdic/article/view>.
- Álvarez Lorente, M. & López Labat, H. (2005). Preparación y adaptación del brazo del lanzador de béisbol. *Revista Digital - Buenos Aires*. (10) 89. <http://www.efdeportes.com/>.
- Arce Montero, A., Tabares Arévalo, R., Govea Díaz, Y., & Cuesta Martínez, L. (2020). Efectividad en la zona de strike de los lanzadores pinareños. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 15(2), 319-330.
- Baéz, R. & Báez, G. (2007). Sistema de ejercicios para elevar el rendimiento deportivo de las lanzadoras de Softball de la categoría juvenil en la provincia Las Tunas. *PODIUM*, 4(1), 1-4. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6173913>
- Baude, M., Hutin, E., & Gracies, J. (2015). A Bidimensional System of Facial Movement Analysis Conception and Reliability in Adults. *Hindawi*. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/812961/>
- Becerra, A., & Sánchez, A. (2016). Análisis de los movimientos corporales durante el lanzamiento de un pitcher. Universidad de los Andes. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33649.07527>.
- Bompa, T. (2005). *Entrenamiento para jóvenes deportistas*. Hispano Europea. [https://books.google.com.cu/books?id=CNJf888X2PAC&lpg=PA13&ots=h25gHI4Niv&dq=\(Bompa%20y%20Tudor%202005\)&lr&hl=es&pg=PA13#v=onepage&q=\(Bompa%20y%20Tudor%202005\)&f=false](https://books.google.com.cu/books?id=CNJf888X2PAC&lpg=PA13&ots=h25gHI4Niv&dq=(Bompa%20y%20Tudor%202005)&lr&hl=es&pg=PA13#v=onepage&q=(Bompa%20y%20Tudor%202005)&f=false).
- Crespo-Madera, E., Costa- Acosta, J., & López- Portilla, M. V. (2021). Fundamentos físicos del gesto técnico del pitcher. *Podium Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 16(2), 332-334 <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/885>.
- Cumbrera Sánchez, D., Román Suárez, I., Nueva Palma, G. (2014). Metodología para el entrenamiento de fuerza explosiva en lanzadores de Béisbol. *Olimpia*.

- Revista de la Facultad de Cultura Física de Granma.* 11(36) 13-29  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6210599>.
- Donskoi, D. & Zatsiorski, V. (1988) *Biomecánica de los ejercicios físicos: Editorial Pueblo Y Educación.*
- Durañona Nápoles, H., Pons Gámez, Y., Gil López, Y., & Crispín Castellanos, D. (2021). Indicadores de rendimiento deportivo para el proceso de selección del lanzador abridor/Sports performance indicators for the opening pitcher selection en el Béisbol. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 7(4), 65-83. <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/331>.
- Ealo de la Herrán (2005). *Béisbol. Deportes.*
- García- Ferrando, M. (1991). *Los españoles y del deporte. Un análisis sociológico.* Ministerio de Educación y Ciencia.
- García, R. (2007). Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. *Revista de la Facultad de Educación*, 12(3), 2-10.
- Gonzales-García, I., Hernández- Maya, R., Peláez- Soto, I. & Hernández- Gómez, J. (2007). Béisbol: algunas consideraciones sobre los lanzadores. *EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires*, 11(106). <https://www.efdeportes.com/>.
- González García, I., Esteban Hernández, R. & Reyes Ramia, V. (2019). Ejercicios para perfeccionar el control del cambio de velocidad en los lanzadores de la preselección provincial de béisbol categoría 13 – 14 años de Ciego de Ávila. *Revista Universidad & Ciencias* (8) 3. <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/1258>.
- Guerrero García, F., Zamora Mota, H. & Miranda Ramos, M. (2014) El análisis biocinemático de los lanzadores del béisbol para la prevención de lesiones., *Revista Digital*, 18(189). EFDeportes.com. <https://www.efdeportes.com/>
- Gutiérrez, M. (1999) *Biomecánica Deportiva.* Madrid: Síntesis.
- Hernández Sampieiri (2014). *Metodología de la Investigación.* Editorial McGraw-Hill / Interamericana.
- Lopategui, (2000). *La Biomecánica como ciencia aplicada al deporte.* Síntesis.

- Martínez- Nieblas, F. (2012) *Estudio Biomecánico de los lanzamientos de los tiros libres en las atletas del baloncesto femenino juvenil de la provincia de Villa Clara*. (Tesis de Grado). Universidad Marta Abreu. <https://dspace.uclv.edu.cu>.
- Martínez, M., & Aguado, X. (1991). La ergonomía, otro campo de aplicación de la biomecánica. *APUNTES. Educación Física y Deportes*, 24, 79-86.
- Mendoza, F., Nicholas, J. & Rubinstein, M. (1987). The arthroscopic treatment of subacromial impingement. *Clinics in sports medicine*. 6(3) pp: 573-9.
- Nolazco Rivera, L. (2010). Sistema de acciones para potenciar el control en los lanzadores categoría 15-16 años en la EIDE de Guantánamo. *Revista de la Facultad de Cultura Física de Granma*. 27(7). <https://dialnet.unirioja.es>.
- Peña López, O. A., González Díaz, H. L., & Mena Pérez, O. (2021). Análisis Biomecánico de la Técnica Mawashi Geri Jodan Delantera en karatecas de la Universidad del Deporte Manuel Fajardo de La Habana con empleo del software Hu-m-an 5.0. *Revista Conrado*, 17(83), 26-32. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2053>.
- Pilotos-Martínez, A., Morejón-Díaz, A., & Miranda-Camejo, Y. (2012). Estudio de las características espacio temporales en la fase principal del lanzamiento rápido process. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 16(2), pp.395. <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/1003>
- Ríos Fuentes, A., Sánchez Córdova, B., & Rojas Duque de Estrada, E. (2019). La Inteligencia Deportiva en el béisbol cubano. *Lecturas: Educación Física Y Deportes*, 23(250), 146-157
- Sáiz Domínguez, C. (2016). La Física importa y mucho en el mundo del béisbol. *Ciencias en el deporte*. <https://as.com/masdeporte/2016/02/09/mlb/1455037583-614003.html>
- Tomas, J. (2020). Fases del pitcheo. Pitcheos Salvajes. <https://www.beisbolmlb.com>.
- Toro, A. (2018). Análisis cinemático de técnica Mawashi Geri a la cara ejecutada por atletas venezolanos de Karate Do. *Revista Con-Ciencias del Deporte*, 1(1), 156-175. <http://revistas.unellez.edu.ve/revista/>



Viedma Morales, A. (2015). Fuerza Máxima, Fuerza Explosiva y Fuerza Hipertrofia posibles adaptaciones de los Entrenamientos funcionales de alta intensidad. <https://g-se.com/fuerza-maxima-fuerza-ex>.

Villalobos Trujillo, J & Álvarez Lorente, M. (2010). El lanzador en béisbol, métodos y concepciones para su entrenamiento. *Revista Digital - Buenos Aires*. (15) 146. <http://www.efdeportes.com/>.

Young, H., Freedman, A., & Sears, W. (2013). *Física universitaria 01*. Pearson Educación. <https://www.academia.edu.es>.

## **Anexos**

### **Anexo #1: Consentimiento informado**

A: Entrenador del deporte

Compañero, a través del presente documento le queremos dar a conocer que se pretende realizar una investigación para una tesis y optar por el título de licenciado en Cultura Física. Me nombro Alex Daniel Pérez Ramos, alumno de la carrera de licenciatura en Cultura Física perteneciente a la Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Esta investigación tiene el fin de brindar una herramienta científica al entrenador para mejorar y elevar los resultados deportivos de manera individual y del equipo.

Doy fe que toda la investigación se llevará a cabo respetando la ética establecida para su realización y el compromiso de absoluta confiabilidad y discreción que merecen los sujetos de investigación. Los resultados de la misma serán informados a usted debidamente. Agradecemos su atención y ayuda.

Y para que así conste firman el presente:

### **ANEXO#2:**

Entrevistas a entrenadores.

Objetivo General de la entrevista: Identificar las principales deficiencias de los lanzadores del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos

Estimado compañero: Con el objetivo de conocer la situación actual en el área de pitcheo del equipo de béisbol Elefantes de Cienfuegos, así como sus principales deficiencias técnicas, se realiza la siguiente entrevista, por lo que solicitamos que colabore a partir de contestar, con la máxima sinceridad posible, las siguientes interrogantes.

Muchas gracias.

## Temas de la entrevista

-Tema 1: Principales deficiencias técnicas que desde su punto de vista presentan los lanzadores del equipo.

-Tema 2: A su juicio, que atletas considera usted de mayor perspectiva y en cual se debe profundizar más en cuanto al estudio biomecánico.

-Tema 3: Indicadores biomecánicos a tener en cuenta durante el estudio por fases.

## **Anexo #3.**

### **Guía de observación**

#### Indicadores biomecánicos a medir

- ❖ Angulo del pie de apoyo con respecto a la tabla
- ❖ Balance durante la estadía bípeda.
- ❖ Separación de las manos a tiempo.
- ❖ Traslado hacia home- ataque con el talón.
- ❖ Caída – apoyo plantar.
- ❖ Pronación de la mano antes del giro de la cadera.
- ❖ Elevación del codo antes de liberar la bola.

## **Anexo#4**

Alex D. Pérez Ramos	Edad	Peso	Talla	Años de experiencia
Atleta	24	86 kg	185 cm	10



