

Vol. 22, 2025, pp. e1142 ISSN: 1819-4028

Segunda etapa

<https://deporvida.uho.edu.cu>

## Perfil biomecánico de la técnica de la impulsión de la bala en la categoría escolar

### Greta Espinosa Samper\*

Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Facultad de Cultura Física. Cuba.

<https://orcid.org/0000-0003-2433-5967> [gresamper@uclv.cu](mailto:gresamper@uclv.cu)

### Moraima Barroso Palmero

Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Facultad de Cultura Física. Cuba.

<https://orcid.org/0000-0002-6256-6072> [morabarroso51@gmail.com](mailto:morabarroso51@gmail.com)

### Juan Manuel Perdomo Ogando

Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Cuba. <https://orcid.org/0000-0003-0786-885x>

[jpogando@uclv.cu](mailto:jpogando@uclv.cu)

### Loysel Luigi Gutiérrez Díaz

Centro de investigaciones del Deporte Cubano, La Habana. Cuba. <https://orcid.org/0000-0001-5147-6525>

[loyselluigi@gmail.com](mailto:loyselluigi@gmail.com)

### Alberto Jesús Almenteros Cepero

Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Cuba. <https://orcid.org/0009-0004-6378-1788>

[albertojesusarmenteros@gmail.com](mailto:albertojesusarmenteros@gmail.com)

### Yorlandy Monedero Machado

Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Cuba. <https://orcid.org/0009-0007-5008-8839>

[yorlandymonedero22@gmail.com](mailto:yorlandymonedero22@gmail.com)

**\*Autor para la correspondencia.**

Recibido: 16/VIII/2025

Aceptado: 23/IX/2025

Publicado: 29/XII/2025

Tipo de artículo: original

**Resumen:** Los entrenadores de impulsión de la bala, de la categoría 13-14 años, al analizar la ejecución técnica de sus atletas, utilizan como referencia los patrones establecidos para impulsadores de nivel mundial, lo que no garantiza un análisis objetivo que responda a sus características. Se necesitan, por tanto, patrones técnicos que permitan aplicar los resultados de estudios biomecánicos en función del análisis y determinación de las

características cinemáticas espaciales del esfuerzo final en la impulsión de la bala. El objetivo de la investigación es elaborar un perfil biomecánico de referencia para analizar la técnica de la impulsión de la bala en impulsores de la categoría 13-14 años, con énfasis en el esfuerzo final. Se utilizaron diferentes métodos y técnicas de la investigación científica como: el analítico-sintético, inductivo-deductivo, la triangulación metodológica, el análisis de documentos, la encuesta, la observación, la modelación, el estudio de casos y técnicas para el análisis biomecánico como: la filmación, edición y procesamiento de videos y el estadístico-matemático. Como principales resultados, se determinaron las características cinemáticas espaciales de la impulsión de la bala en el esfuerzo final en los sujetos que se estudian, así como su perfil biomecánico, lo que constituye referencia para el análisis de la técnica del esfuerzo final en impulsores de bala escolares. Con ello se garantiza un análisis objetivo de la técnica de esta disciplina atendiendo a los indicadores que conforman el perfil y su incidencia en el resultado deportivo.

**Palabras clave:** técnica de la impulsión de la bala; esfuerzo final; perfil biomecánico

**Biomechanical profile of the shot put technique in the school category**

**Abstract:** Coaches of shot putters in the 13-14 age category, when analyzing the technical performance of their athletes, use the patterns established for world-class shot putters as a reference, which does not guarantee an objective analysis that responds to their characteristics. Therefore, technical patterns are needed that allow the application of biomechanical study results based on the analysis and determination of the spatial kinematic characteristics of the final effort in shot putting. The aim of the research is to develop a reference biomechanical profile to analyze the shot put technique in athletes aged 13-14, with an emphasis on the final effort. Different methods were used and scientific research techniques such as: the analytical-synthetic, inductive-deductive, methodological triangulation, document analysis, survey, observation, modeling, case study, and techniques for biomechanical analysis such as: filming, video editing and processing, and statistical-mathematical methods. The main results determined the spatial kinematic characteristics of the shot put propulsion in the final effort of the subjects studied, as well as their biomechanical profile, which serves as a reference for analyzing the technique of the final effort in school shot put athletes. This ensures an objective

analysis of the technique in this discipline, taking into account the indicators that make up the profile and their impact on the sports performance outcome.

**Keywords:** shot put technique; final effort; biomechanical profile

### **Perfil biomecânico da técnica de impulsão da bola na categoria escolar**

**Resumo:** Os treinadores de lançamento de peso, na categoria de 13-14 anos, ao analisar a execução técnica dos seus atletas, utilizam como referência os padrões estabelecidos para lançadores de nível mundial, o que não garante uma análise objetiva que responda às suas características. São, portanto, necessários padrões técnicos que permitam aplicar os resultados de estudos biomecânicos em função da análise e determinação das características cinemáticas espaciais do esforço final no lançamento de peso. O objetivo da investigação é elaborar um perfil biomecânico de referência para analisar a técnica do lançamento de peso em lançadores da categoria de 13-14 anos, com ênfase no esforço final. Foram utilizados diferentes métodos e técnicas de investigação científica como: a analítico-sintética, indutivo-dedutiva, a triangulação metodológica, a análise de documentos, o inquérito, a observação, a modelação, o estudo de casos e técnicas para a análise biomecânica como: a filmagem, edição e processamento de vídeos e a estatístico-matemática. Como principais resultados, determinaram-se as características cinemáticas espaciais do impulso do peso no esforço final nos sujeitos estudados, bem como o seu perfil biomecânico, o que constitui referência para a análise da técnica do esforço final em lançadores de peso escolares. Com isso, garante-se uma análise objetiva da técnica desta disciplina atendendo aos indicadores que constituem o perfil e a sua incidência no resultado desportivo.

**Palavras-chave:** técnica do impulso do peso; esforço final; perfil biomecânico

### **Introducción**

El Atletismo es por excelencia un deporte de tiempos y marcas, su rendimiento depende de los resultados que en velocidad, resistencia, distancia o altura puedan alcanzar los atletas. Sus habilidades (caminar, correr, saltar y lanzar) han acompañado al hombre desde sus orígenes, siendo esenciales para su supervivencia. Fueron los movimientos naturales aplicados a la vida cotidiana y el trabajo los que dieron lugar a lo que hoy se conoce como uno de los deportes más antiguos del mundo y base de todos los demás.

Los lanzamientos atléticos están formados por cuatro pruebas: lanzamiento de peso o bala, martillo, disco y jabalina. Para Toledo *et al.* (2020), el elemento común de todos los lanzamientos es

que la forma de lanzarlos posee una técnica especial y la mejora de la misma es la que hace que un lanzamiento sea mejor o peor.

Cada una de las pruebas de lanzamiento en el Atletismo tiene una serie de restricciones específicas de acuerdo al reglamento para estas disciplinas. Se tienen en cuenta: las características del implemento utilizado, (peso y cualidades aerodinámicas); limitaciones de espacio, (en el área desde donde se ejecutan los movimientos técnicos que garantizan el lanzamiento y el sector de caída del implemento). Los requisitos técnicos de cada prueba están determinados por las reglas que influyen en las secuencias del movimiento y la hacen única.

Toledo *et al.* (2020) consideran que el propósito en las pruebas de lanzamientos es maximizar la distancia cubierta por el implemento. Se trata de mover cuerpo, comunicarle una velocidad orientada, que se mantendrá por inercia y que, al intervenir sobre este, tiene como finalidad transmitirle la mayor cantidad de fuerza y velocidad posible mediante una liberación explosiva de las fuerzas de reserva y colocarlo en la trayectoria más favorable, con el objetivo de lograr la mayor altura de salida bajo el ángulo idóneo. Estos postulados coinciden con los aportes de Becerra (2016) y se asumen como sustentos del presente estudio. Lo antes mencionado justifica que los lanzamientos se incluyan dentro de las disciplinas de fuerza rápida.

Para Ozolin y Marcov (1991) (como se citó en Toledo *et al.*, 2020), la distancia que recorre un objeto lanzado está determinada por los siguientes parámetros: altura inicial o de descarga, velocidad inicial o de descarga, ángulo de vuelo o descarga, cualidades aerodinámicas del implemento y los factores ambientales (viento y densidad del aire).

Toledo *et al.* (2020) consideran que los factores ambientales (velocidad y fuerza del aire) no pueden ser controlados por el atleta, aunque desde el punto de vista de la ejecución técnica de los lanzamientos es posible realizar ciertos ajustes que permitan maximizar su distancia.

Para Müller y Ritzdorf (2006), (como se citó en Montoro *et al.*, 2018), la bala, como implemento deportivo, es una esfera metálica con un peso de 3 a 7.260 kg para las mujeres; juvenil, 3 kg, junior 4 kg y sénior 4 kg. Para los hombres, juvenil 5 kg, junior 6 kg y sénior 7.260 kg, según el reglamento de la International Association of Athletics Federations (IAAF), hoy World Athletics (WA) 2010-2011. La impulsión de la bala se realiza desde un círculo de lanzamiento con un diámetro de 2.135 cm, en un sector situado con un ángulo de 34.92°.

Según estos clásicos del Atletismo: Harre (1983), Schmolinsky (1985) y Ozolin y Marcov (1991), dentro de las fases técnicas en la impulsión de la bala se encuentran: posición inicial y agarre,

toma de impulso, posición de fuerza y recuperación tras el lanzamiento. Se le atribuye mayor importancia a la posición de fuerza o el esfuerzo final, ya que es en esta fase donde se manifiestan los factores de los cuales depende el resultado en los lanzamientos. Estos elementos coinciden con lo aportado por Montoro *et al.* (2018), quien considera que un análisis biomecánico ayuda a mejorar la ejecución técnica para la obtención de mejores resultados.

En la fase de descarga o esfuerzo final (posición de fuerza) se logra el mayor retraso del implemento y se crean las condiciones biomecánicas para la aplicación de velocidad y fuerza. En este momento la velocidad que se alcanza en el desplazamiento se aumenta y transfiere desde el cuerpo del atleta al implemento para lograr elevados resultados. Esto se logra mediante la aplicación del mecanismo del látigo, que se sustenta en el principio de conservación de la cantidad de movimientos (Revé, 2018).

Los crecientes ritmos alcanzados en el desarrollo de esta prueba, han ejercido gran influencia en el logro de los altos resultados deportivos que se experimentan en la actualidad en este deporte, y en ello ocupa un lugar cada vez más determinante el perfeccionamiento de la técnica deportiva, por lo que se hace más marcada la preocupación por el logro de resultados cualitativamente superiores, y en ese empeño juega un papel fundamental los beneficios que aportan los estudios biomecánicos sin descuidar las características de los atletas que se estudian. (Estrada 2018; Díaz *et al.*, 2020; Chiluisa, 2020; Pons *et al.* 2023; Pérez *et al.* 2025 y Aguirre *et al.* (2025)

La Biomecánica deportiva, según Pérez *et al.* (2012) permite desarrollar una investigación encaminada a establecer la técnica deportiva más eficaz, obtener una información instantánea y objetiva, que posibilite detectar errores o insuficiencias y establecer ejercicios especiales encaminados al perfeccionamiento de la acción motora.

Para Sazo (2023) el estudio del movimiento con la biomecánica deportiva les garantiza a los entrenadores utilizar el análisis cualitativo para conocer puntos críticos en la ejecución de una técnica. Se apoyan en conocimientos de biomecánica y de filmaciones que permiten una retroalimentación visual tanto para el entrenador como para el deportista con la finalidad de tener cubiertos los pequeños detalles que indican movimientos incorrectos.

En los últimos años se ha demostrado que los estudios biomecánicos en los lanzamientos del atletismo son fundamentales para mejorar el rendimiento y la técnica de los atletas. [(Estrada, 2018) y (Pons *et al.*, 2023)].

Destacan en la Biomecánica la utilización de modelos que son un patrón estructurado, de forma esquematizada y lógica para visualizar, de manera clara, la interrelación que existe entre el resultado

que persigue la acción, (objetivo) y los factores mecánicos que intervienen para que este se logre, en el movimiento a estudiar [(Hochmuth, 1984) y (Hay & Reid, 1988)].

Para Grande *et al.* (2002), la técnica deportiva es determinante del rendimiento en los lanzamientos atléticos. El denominado modelo técnico individual conjuga las características de la técnica ideal con las de un determinado atleta que persigue conseguir el máximo rendimiento. La Biomecánica ayuda a atletas y entrenadores en la búsqueda y consolidación del modelo técnico individual.

El estudio de los modelos biomecánicos en el deporte es de suma importancia en cualquier investigación y puede ser utilizado como base referencial básica en la enseñanza, perfeccionamiento y entrenamiento de las diferentes técnicas deportivas.

En esta investigación se asume el modelo biomecánico cualitativo, una estructura que representa la relación que existe entre el resultado, (objetivo) que se persigue a través de la ejecución de una destreza y los factores que lo producen. Los objetivos pueden ser características cuantificables o subjetivas, según las particularidades de la destreza. En general, los factores son características biomecánicas (cinemáticas o cinéticas), sin embargo, en la estructura de los modelos biomecánicos se pueden tomar en consideración también variables antropométricas o relacionadas con la complejidad de la técnica de ejecución del movimiento correspondiente (Zissu, 2003).

El propio autor considera que el modelo biomecánico cuantitativo tiene la particularidad de que los resultados y los factores involucrados en la obtención del mismo son variables numéricas que se obtienen a través de los estudios biomecánicos cuantitativos, en los cuales se emplea alta tecnología e instrumentación sofisticada con la finalidad de obtener resultados precisos de los mejores atletas en los diferentes ámbitos nacionales e internacionales.

La temática de los modelos biomecánicos aplicados al análisis de la técnica deportiva ha sido abordada desde diversas aristas por numerosos autores. Entre ellos, destacan Desubijana y Navarro (2006), quienes diseñaron un modelo biomecánico de la técnica individual del servicio de tenis. De manera similar, Díaz *et al.* (2020) propusieron un modelo biomecánico del contacto con el balón en el saque del voleibol de playa. Por su parte, Grande *et al.* (2002) realizaron un estudio del modelo técnico individual del lanzamiento del peso, con un atleta élite, cuyos resultados, aunque pueden presentar ciertos puntos de contacto, no se corresponden plenamente con las características de los impulsores de bala de la categoría escolar.

En un estudio más reciente, Morales *et al.* (2022) diseñaron un patrón biomecánico de la primera fase de la carrera de 100 metros para velocistas juveniles, que ofrece elementos metodológicos útiles de cómo llegar al patrón y que pueden contextualizarse y adaptarse a los impulsores de bala que se estudian en la presente investigación, aunque no guarda una relación directa con la técnica de la impulsión de la bala.

Si bien las contribuciones de estos autores proporcionan información valiosa para sustentar la presente investigación, sus modelos se centran en disciplinas deportivas cuyas exigencias técnicas difieren considerablemente de las de la impulsión de la bala. En el caso del Atletismo, el estudio de Grande *et al.* (2002) se orienta hacia la impulsión de la bala, pero analiza un atleta de élite, cuyo patrón técnico dista significativamente del que presentan los impulsores de bala de la categoría 13-14 años de Villa Clara que se estudian en la presente investigación.

Cabe destacar que, en la literatura especializada que se ha podido consultar, no se hallaron referencias sobre modelos o patrones biomecánicos específicos para la impulsión de la bala en categorías escolares, lo que evidencia la necesidad y pertinencia de la presente investigación. De lo analizado con anterioridad se llega a la situación problemática de la presente investigación: carencia de un perfil biomecánico que garantice el análisis de la técnica de esta disciplina en impulsores de bala de la categoría 13-14 años, de la provincia de Villa Clara.

### **Métodos**

Para el desarrollo de esta investigación se asumió un enfoque dialéctico materialista en busca de la complementariedad de los métodos de investigación, atendiendo a su naturaleza y su objeto de estudio. Su enfoque es mixto, ya que se conjugan los procedimientos de la investigación cuantitativa con los de la investigación cualitativa (Estévez *et al.*, 2006).

La investigación se realizó en el contexto de la Escuela de Iniciación Deportiva Escolar (EIDE) “Héctor Ruíz Pérez” de Villa Clara, institución donde se practican un total de 32 deportes. La fuerza técnica está integrada por 154 entrenadores, 92 docentes y personal de apoyo. El deporte Atletismo en particular, se caracteriza por una matrícula general de 56 atletas, de los cuales 14 son lanzadores. De estos últimos, 4 pertenecen a la categoría 13-14 años, representados por 3 atletas femeninas y uno masculino, todos en su primer año de tránsito por dicha categoría.

La totalidad de estos atletas entrenan en la pista de Atletismo de la propia institución, la cual dispone de dos círculos de lanzamiento y una pistilla para el lanzamiento de la jabalina. Las filmaciones del estudio se llevaron a cabo en el área de lanzamientos, espacio donde los atletas desarrollan habitualmente sus sesiones de entrenamiento. Indistintamente atendiendo a los objetivos

de la investigación y etapas por las que se transitó se trabajó con diferentes poblaciones y muestras que se describen a continuación.

La primera población estuvo conformada por cuatro (4) directivos del Atletismo en Villa Clara, de ellos un Comisionado provincial, dos Metodólogos y el Jefe Técnico de este deporte. Todos con categoría científica de Máster en Ciencias y con una trayectoria superior a los 10 años tanto en el entrenamiento deportivo como en la gestión directiva del Atletismo.

La segunda población estuvo integrada por seis (6) entrenadores de lanzamiento que trabajan con la categoría 13-14 años, todos ellos con más de 10 años de experiencia profesional en el ámbito deportivo y con formación académica como Licenciados en Cultura Física. La tercera población estuvo conformada por cuatro (4) impulsores de bala de la categoría 13-14 años, de ellos tres (3) del sexo femenino, uno (1) masculino, todos en su primer año en esta categoría.

En el caso de la tercera población no se desconocen las limitaciones de validez externa al ser solo 4 sujetos, lo que refuerza que los resultados del estudio no podrán ser generalizados para todos los impulsores de bala de la categoría escolar del país, pero si garantizan establecer un perfil biomecánico para el análisis de la técnica del esfuerzo final en los sujetos que se estudian en la EIDE de Villa Clara y punto de partida para dar continuidad a este estudio. Los padres de los sujetos en estudio, al ser menores de edad dieron su consentimiento informado hacia los tutores, en este caso, los entrenadores para desarrollar la investigación con los atletas de esta disciplina y categoría.

Para dar respuesta al problema científico y objetivos de la investigación se utilizaron diferentes métodos y técnicas cuantitativos y cualitativos, en correspondencia con las etapas por las que transitó la misma, se asumieron las contribuciones de Estévez *et al.* (2006):

- Primera etapa: diagnóstico del estado actual del análisis de la técnica del esfuerzo final en impulsores de bala de la categoría 13-14 años de la provincia de Villa Clara. Marzo del 2023 a junio 2023.

- Segunda etapa: determinación de los indicadores biomecánicos para la conformación de un perfil biomecánico de referencia para analizar la técnica de la impulsión de la bala en la categoría 13-14 años. Septiembre del 2023 a enero del 2024.

Se utilizaron métodos teóricos para la fundamentación de la investigación como:

El analítico-sintético, presente en todas las fases del proceso investigativo y en la interpretación de los resultados alcanzados para realizar análisis e inferencias en relación con los indicadores que determinan los resultados en los lanzamientos como punto de partida para el estudio biomecánico y

la elaboración del perfil biomecánico de referencia para la impulsión de la bala en atletas escolares, lo que facilitó el análisis y concreción de las concepciones teóricas asumidas.

El método inductivo-deductivo permitió realizar inferencias de los elementos expuestos por los diferentes autores hasta los elementos aportados por la práctica que se tienen en cuenta para elaborar el perfil biomecánico del esfuerzo final en impulsores de bala categoría escolar de Villa Clara.

Sistémico estructural funcional: permitió ver el análisis de la técnica de impulsión de la bala como un todo y de ahí a sus partes, con énfasis en el esfuerzo final y los otros elementos que inciden en la determinación del perfil biomecánico de referencia para analizar la técnica de la impulsión de la bala en la categoría 13-14 años.

Modelación: posibilitó la representación del objeto de estudio con la finalidad de poder analizar sus particularidades y operar y/o experimentar con ellas, así como determinar los indicadores (características cinemáticas espaciales) para el análisis de la técnica de la impulsión de la bala en impulsores de la categoría 13-14 años, a partir de una representación de esa realidad desde parámetros biomecánicos.

Los métodos empíricos brindan información que en su análisis permiten revelar y explicar las características del objeto de estudio vinculados directamente a la práctica. De ellos, se emplearon: el análisis de documentos, la encuesta, la observación y la triangulación metodológica como vía para la contrastación de la información a partir de diferentes métodos y técnicas para el análisis biomecánico como: la filmación, edición y procesamiento de videos, la utilización del software, el estudio de casos y el estadístico-matemático.

Análisis de documentos: se utilizó para conocer lo que se orienta en el Programa Integral de Preparación del Deportista (PIPD) de Atletismo de la categoría 13-14 (De La Paz *et al.*, (2022), para que los entrenadores analicen la técnica de la impulsión de bala en los impulsores de la categoría 13-14 años, así como, el tratamiento que estos le dan al trabajo técnico en el plan gráfico, el plan escrito y sesiones de entrenamiento.

Encuesta: esta permitió conocer el criterio de los miembros de la Comisión Técnica Provincial de Atletismo con relación a cómo orientan y analizan los resultados del trabajo técnico, así como, constatar la manera en la que los entrenadores planifican el trabajo técnico y realizan su análisis en los impulsores de bala de la categoría 13-14 años de Villa Clara y sobre la existencia y utilización de perfiles biomecánico de referencia para su análisis.

Observación a sesiones de entrenamiento: permitió conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos en sus condiciones naturales, a partir de objetivos previamente establecidos. Se utilizó la observación estructurada, de campo, sistemática y no participante Estévez

*et al.* (2006). De manera particular posibilitó apreciar en las sesiones de entrenamiento la forma en que se trabaja y analiza la técnica de la impulsión de la bala en impulsores de la categoría 13-14 años, de la EIDE de Villa Clara.

**Triangulación metodológica:** Se utilizó con el objetivo de contrastar la información ofrecida por los diferentes métodos utilizados en la investigación en relación al comportamiento del objeto de estudio con la finalidad de limitar su nivel de subjetividad, así como reforzar su validez, confiabilidad y credibilidad.

**Técnicas para el análisis biomecánico:** posibilitó analizar la técnica de los sujetos estudiados, así como, conformar el perfil biomecánico (características cinemáticas espaciales) para el análisis de la fase de esfuerzo final en impulsores de bala de la categoría 13-14 años. Para ello se empleó la filmación, edición y procesamiento de videos, así como la utilización del software informático Kinovea versión 9.5, que en los análisis biomecánicos ofrece múltiples beneficios, tales como:

**Acceso gratuito:** Kinovea es un software gratuito que permite a los entrenadores y deportistas realizar análisis biomecánicos sin costo alguno.

**Versatilidad:** Permite el análisis de videos e imágenes, lo que lo hace adaptable a diferentes deportes y estilos de entrenamiento.

**Facilidad de uso:** Su interfaz intuitiva y herramientas de dibujo y medición facilitan la interpretación de los datos y la mejora de la técnica deportiva.

**Comparación de ejecuciones:** Permite comparar diferentes ejecuciones de un mismo deportista, lo que ayuda a identificar patrones y mejorar la técnica.

**Exportación de datos:** Los resultados del análisis pueden ser exportados a hojas de cálculo, lo que permite un análisis más profundo y la creación de informes.

Estos beneficios hacen de Kinovea una herramienta valiosa para el entrenamiento y seguimiento de los deportistas, contribuyendo a su rendimiento y prevención de lesiones, (Sánchez, 2018).

Se implementó el procedimiento biomecánico aportado por (Perdomo & Sánchez, 2021) para su aplicación en el entrenamiento deportivo, el cual se concreta en los siguientes pasos:

Paso 1: filmación mediante las cámaras, situadas frontal y lateralmente a la acción de lanzar.

Paso 2: digitalización de las imágenes con el uso del fotograma.

Paso 3: sincronización de los datos obtenidos en cada una de las cámaras.

Paso 4: fase: obtención de resultados.

Paso 5: procesamiento y análisis estadístico.

Para registrar las ejecuciones de los atletas estudiados en su área de entrenamiento, se utilizó el método de filmación bidimensional 2D. El registro se realizó con la cámara trasera de 13 Mpx (sensor OV13855 de 1/3.06", apertura f/2.2) de un dispositivo móvil marca REDMI 9A con versión Android 11 (MIUI 12.5) configurada a una velocidad de captura de 30 cuadros por segundo. Para el análisis posterior se utilizó un ordenador a través del software libre para el estudio biomecánico del movimiento Kinovea.

El estudio se centró exclusivamente en la fase del esfuerzo final de la impulsión de la bala (definida como el intervalo entre: la colocación de ambas piernas de lado al área de lanzar, hasta la pérdida de contacto del implemento con la mano), seleccionando tres indicadores fundamentales según el consenso explícito entre los autores Schmolinsky (1985); Donskoi y Zatsiorski (1988); Zissu y Rodríguez (1990); Ozolin y Marcov (1991).

- Velocidad inicial (o de descarga).
- Altura inicial (o de descarga).
- Ángulo de vuelo (o descarga).

Estudio de casos: se utilizó como la estrategia de diseño de investigación que permitió estudiar de forma profunda varios casos (4) en circunstancias concretas. Este estudio se caracterizó por un enfoque ideográfico, orientado a analizar la técnica de la impulsión de la bala en la categoría 13-14 años, deja una descripción desde diferentes perspectivas.

Estadístico-matemático: se utilizó de la estadística descriptiva medidas como el máximo, el mínimo, la media, la mediana, la varianza y la desviación típica, que dieron la posibilidad de realizar el procesamiento estadístico y análisis de la información, con la utilización del programa estadístico SPSS.20.

## **Resultados**

Como resultado de la triangulación se derivan las siguientes generalidades.

El PIPD de Atletismo de la categoría 13-14 años De La Paz *et al.* (2022) en relación con la preparación técnica, solo aborda un grupo de aspectos a los cuales debe prestar atención el entrenador deportivo y que están dirigidos más bien a la enseñanza y no a cómo se procede para su posterior análisis, por lo que se hace necesario un estudio biomecánico que permita realizar el análisis de la técnica de los impulsores de bala, al no contar con modelos, patrones o perfiles biomecánicos para su análisis.

Los planes de entrenamiento de los entrenadores de lanzamiento de la EIDE de Villa Clara, así como el contenido de las sesiones de entrenamiento planificadas, reflejan un grupo de aspectos que

están dirigidos más bien a la enseñanza y no a cómo se procede para el análisis de los elementos de la técnica de la impulsión de la bala, con énfasis en la fase del esfuerzo final.

Lo antes abordado evidencia que los entrenadores no disponen de un perfil biomecánico que los oriente con relación a cómo proceder para un análisis objetivo de la técnica del esfuerzo final en los impulsores de bala de esta categoría.

El 100% (4) de los directivos del Atletismo que interviene en la investigación reconoce que no se dispone de modelos, patrones o perfiles biomecánicos que orienten al entrenador en cómo proceder para garantizar un análisis objetivo de la técnica en los impulsores de bala que se estudian, con énfasis en la fase del esfuerzo final y reconocen la necesidad de indicadores biomecánicos con esta finalidad.

La totalidad de los entrenadores encuestados (6) no cuenta con indicadores, patrones o perfiles biomecánicos que garanticen el análisis de la técnica de la impulsión de la bala, con énfasis en el esfuerzo final de forma objetiva en esta categoría.

Los 4 impulsores de bala de la categoría 13-14 años de la EIDE de Villa Clara, presentan insuficiencias en el dominio técnico durante la fase de esfuerzo final, impidiendo el logro de mejores resultados en las competencias fundamentales en las que participan.

### **Discusión**

Este estudio tuvo como propósito identificar los errores técnicos cometidos en la fase de esfuerzo final de la impulsión de la bala con el fin de establecer un perfil biomecánico de referencia para analizar la técnica en esta disciplina en la categoría (13-14 años). Para ello, se realizó un análisis biomecánico a los cuatro (4) impulsores de bala estudiados partiendo del modelo técnico ideal. Se identificaron los indicadores cinemáticos más significativos para analizar la técnica de esta fase final del movimiento, puesto que, la perfección técnica se alcanza cuando la ejecución del atleta se ajusta a este conjunto de parámetros, los cuales sirven como una guía objetiva tanto para el entrenador como para el deportista en el proceso de entrenamiento.

Se consultaron artículos de un grupo de autores como: Grande *et al.* (2002); Soriano y Martínez (2010); Pérez *et al.* (2012), Montoro *et al.* (2018); Revé (2018); Estrada (2018); Díaz *et al.* 2020; Chiluisa (2020); Pons *et al.* (2023); Pérez *et al.* (2025) y Aguirre *et al.* (2025), unos profundizan en la importancia de los estudios biomecánicos en el trabajo técnico, otros los que realizan estudios de la técnica de la impulsión de la bala en diferentes categorías y contextos. Estos autores coinciden en sus investigaciones al identificar tres indicadores biomecánicos determinantes en la distancia del

lanzamiento armonizando con los criterios de Schmolinsky (1985); Donskoi y Zatsiorski (1988) y Ozolin y Marcov (1991). A partir del análisis de estos postulados teóricos y en consulta con especialistas fue posible determinar los indicadores más significativos para el análisis de la técnica: la velocidad inicial, la altura inicial y el ángulo de vuelo, con sus valores óptimos establecidos, pero para atletas de primer nivel, los que se presentan en la Tabla 1:

**Tabla 1.**

*Valores óptimos de los indicadores:*

<i>Autores</i>	<i>Velocidad inicial</i>	<i>Ángulo de salida</i>	<i>Altura inicial de salida</i>
<i>Schmolinsky (1985)</i>	La máxima que el atleta pueda lograr. Rango: 10 m/s - 13 m/s	Menor de 45° Hasta 41°	La máxima que el atleta pueda lograr dependiendo su estatura y técnica. 1.5 m - 2.3 m
<i>Donskoi y Zatsiorski (1988)</i>	La máxima que el atleta pueda lograr. Lanzadores élités masculinos 13.5 m/s - 14 m/s y femeninas 13.0 m/s y 13.7 m/s.	Menor de 45° Rango: 36 ° - 42 ° siendo el más común 38°	La máxima que el atleta pueda lograr dependiendo su estatura y técnica. 2.10 m - 2.20 m
<i>Ozolin (1989)</i>	La máxima que el atleta pueda lograr. 11 m/s - 13 m/s	Menor de 45° 37° - 38°	La máxima que el atleta pueda lograr dependiendo su estatura y técnica. 1.6 m - 2.0 m

**Nota:** elaboración propia.

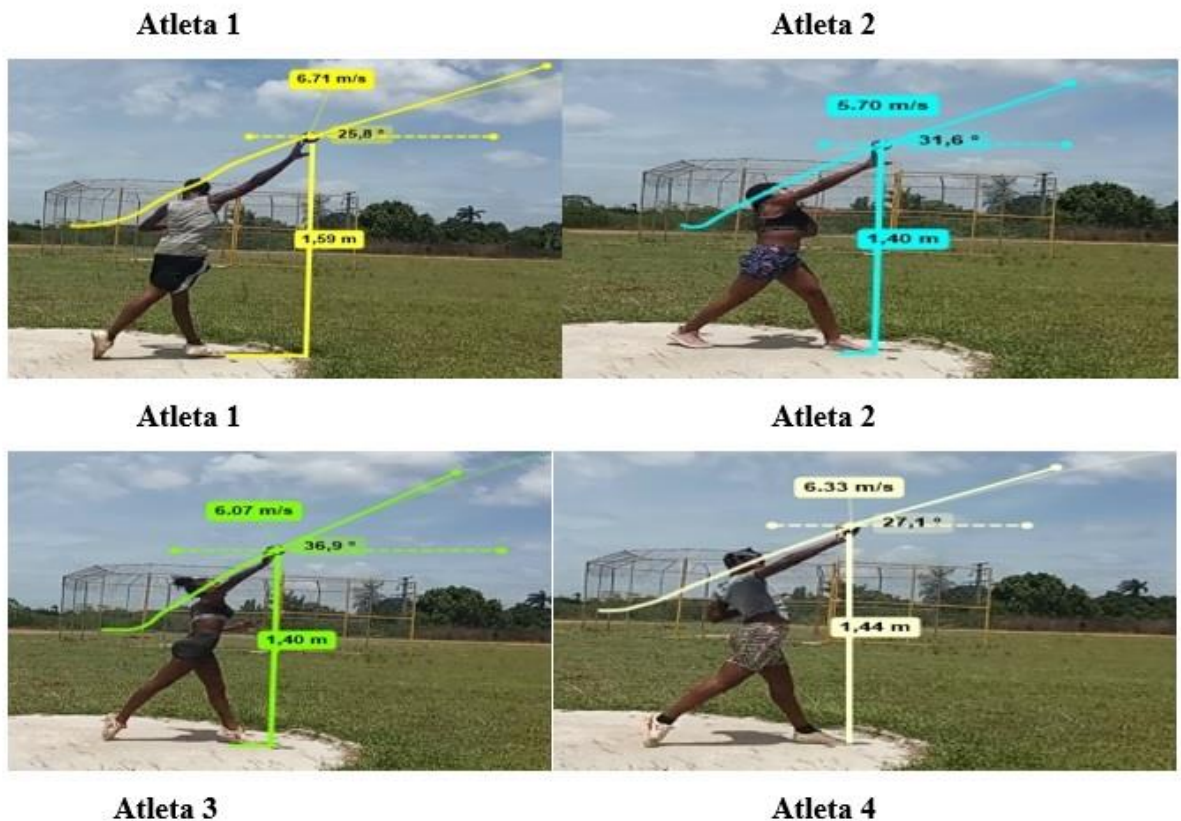
Como se aprecia, los valores óptimos ofrecidos por estos autores no difieren mucho en sus valores y rangos, lo que evidencia unidad de criterios, y son utilizados por los entrenadores de impulsión de la bala para analizar y comparar con los resultados que alcanzan sus atletas, los que lógicamente no se corresponden con sus características como se aprecia a continuación.

Los resultados del análisis biomecánico (cinemático) de la fase de esfuerzo final en la impulsión de la bala en impulsores de la categoría 13-14 años de la provincia de Villa Clara. En el estudio se analizó biomecánicamente la impulsión de la bala con el objetivo de identificar los errores cometidos en la fase de esfuerzo final. Su propósito fue establecer un perfil biomecánico de referencia que permita un análisis objetivo de la técnica en esta disciplina, atendiendo a las particularidades de los impulsores de bala que se estudian, y no a los patrones analizados en la tabla número 1. Para ello,

se aplicaron técnicas de análisis biomecánico a los cuatro (4) impulsores de bala de la categoría en estudio, como se aprecia en la figura 1.

**Figura 1.**

*Comportamiento general de los indicadores: velocidad inicial, altura inicial y ángulo de vuelo de los impulsores de bala categoría 13-14 años de Villa Clara.*



De forma general, el análisis del comportamiento de los tres indicadores en los atletas objeto de estudio revela que ninguno de ellos se aproxima a los valores del patrón ideal, especialmente en el indicador velocidad inicial, donde la diferencia es particularmente extrema. La atleta 3 es quien presenta un perfil más completo y cercano al patrón, con un destacado desempeño en el ángulo de salida. Por el contrario, el atleta 1 registra la mayor velocidad, pero su ángulo de salida es, a la vez, el más bajo. Finalmente, la atleta 2 muestra los valores generales más deficientes del total de sujetos estudiados.

#### *Análisis del indicador velocidad inicial*

Este indicador representa el punto más crítico del estudio. Todos los atletas muestran valores considerablemente inferiores al patrón ideal, registran menos de la mitad de la velocidad de

referencia. El análisis estadístico confirma esta brecha significativa, con una media de 6 m/s y una mediana de 6.2m/s. La atleta 4 obtuvo el mejor resultado en la velocidad, (6.33 m/s), aunque aún es insuficiente, mientras que la atleta 2 presentó el valor más bajo de la velocidad, (5.7 m/s).

#### *Análisis del indicador altura inicial*

Todos los atletas se encuentran por debajo de los valores ideales en este parámetro. El atleta 1 muestra el mejor acercamiento (1.59m) aunque permanece por debajo del mínimo establecido en el patrón. La mediana (1.4) indica que la mitad de los atletas se concentra en este valor bajo, siendo los atletas 2 y 3 quienes presentan los resultados menos favorables.

#### *Análisis del indicador ángulo de vuelo*

Este constituye el único indicador donde se observa un desempeño aceptable, específicamente en el atleta (3), quien alcanza el rango ideal. El resto de los atletas presenta ángulos marcadamente inferiores y los resultados menos favorables los alcanza la atleta 4. El análisis biomecánico realizado corrobora la necesidad de un perfil en correspondencia con las características de los impulsores de bala que se estudian, para que realmente el modelo refleje su realidad y puedan, mediante el entrenamiento deportivo, hacer más objetivo el trabajo técnico y su análisis. Esto los acerca al modelo ideal concebido para atletas de primer nivel, en su tránsito por las categorías superiores.

Los aspectos anteriormente abordados permiten arribar a las siguientes conclusiones:

### **Conclusiones**

Los aportes realizados por los autores consultados corroboran la importancia de los estudios biomecánicos en el deporte. Proporcionan la base objetiva para tomar decisiones informadas que conducen no solo a un mejor rendimiento, sino también a una práctica deportiva más segura, eficiente y adaptada a las particularidades de cada atleta.

El diagnóstico permitió identificar que el análisis de la técnica de la impulsión de la bala en los impulsores de la categoría 13-14 años, de Villa Clara, se caracteriza por ser predominantemente cualitativo y subjetivo, basado en la experiencia visual de los entrenadores. Se constatan carencias en la utilización de herramientas biomecánicas objetivas (como videografía 2D software de análisis) para evaluar de manera precisa la fase crítica del esfuerzo final. Esta limitación metodológica conlleva a que las correcciones técnicas no siempre se fundamenten en datos cuantitativos, lo que afecta el proceso de aprendizaje y perfeccionamiento técnico en esta etapa formativa.

La velocidad inicial, la altura inicial y el ángulo de vuelo, son los indicadores que se utilizan para la conformación del perfil biomecánico de referencia para el análisis de la técnica del esfuerzo final en impulsores de bala, validados por la literatura consultada y adaptados al contexto de los atletas escolares de Villa Clara. Los indicadores más afectados son la velocidad inicial y el ángulo de

vuelo. Se corrobora en los resultados del estudio biomecánico que los valores que se obtienen no se corresponden con los resultados de los impulsores de nivel mundial, lo que evidencia la pertinencia de la presente investigación y la necesidad del perfil biomecánico para esta categoría.

### Referencias bibliográficas

- Aguirre, E. A., Preciado, C. M., & Macías, T. (2025). El entrenamiento de la técnica del tiro al aro en los basquetbolistas de la categoría sub-14. *Revista científica Especializada en Ciencias de la Cultura Física y del Deporte*, 22. <https://deporvida.uho.edu.cu/index.php/deporvida/article/view/1092>
- Becerra, A. A. (2016). *Análisis biomecánico del lanzamiento en suspensión de Baloncesto*. [https://www.researchgate.net/publication/308890639\\_Analisis\\_Biomecanico\\_del\\_lanzamiento\\_en\\_Suspension\\_de\\_baloncesto](https://www.researchgate.net/publication/308890639_Analisis_Biomecanico_del_lanzamiento_en_Suspension_de_baloncesto)
- Chiluisa, D. M. (2020). *Estado actual del proceso enseñanza – aprendizaje de la técnica de carrera de los atletas de la categoría 10 a 11 años de la Federación Deportiva de Tungurahua*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31026>
- Desubijana, C. L., & Navarro E. (2006). Modelo Biomecánico de la técnica individual del servicio de tenis. *Biomecánica*, 14(1), 53-57. <https://upcommons.upc.edu/server/api/core/bitstreams/23859681-1679-4503-b997-7dfa4edad98d/content>
- De la Paz, L., Quintana, A., Mendoza, O., Echevarría, A., Esterling, D., Moreno, Y., Osorio, D., Martínez, S., & Rovira, D. (2022). *Programa Integral de Preparación del Deportista de Atletismo*. [Material no publicado].
- Díaz, A., Cañizares, R. G., León, S. y Rodríguez, E. A. (2020). Modelo biomecánico del contacto con el balón en el saque del voleibol de playa. *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, 11(1). <https://revmedep.sld.cu/index.php/medep/article/view/110>
- Donskoi, D.D., & Zatsiorski, V.M. (1988). *Biomecánica de los ejercicios físicos*. Pueblo y Educación.
- Estévez, C. M., Arroyo, M. M., & González, T. C. (2006). *La investigación Científica en la Cultura Física: su metodología*. Deportes.
- Estrada, Y. C. (2018). *Biomecánica: De la física mecánica al análisis de gestos deportivos*. (1ra ed.). Ediciones USTA. <https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/9f38f4fc-6041-486a-98ee-f2877334ebf0/content>

- Grande, I., Meana, M., López, J. L., Tomé, I., & Aguado, X. (2002). Biomecánica del lanzamiento de peso: estudio del modelo técnico individual. *Archivos de Medicina del Deporte*, 19(89), 187-195. [https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Biomecanica\\_peso\\_187\\_89.pdf](https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Biomecanica_peso_187_89.pdf)
- Hay, J. G., & Reid, J. (1988). Capítulo 15 Análisis cualitativo; aplicación práctica. En *Anatomía, Mecánica y Movimiento Humano*. Prentice Hall.
- Harre, D. (1983). *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo*. Científico-Técnica.
- Hochmuth, G. (1984). *Biomecánica de los movimientos deportivos*. Sportverlag.
- Morales, A. M., Sánchez, A. B., & Perdomo, J. M. (2022). Metodología para el perfeccionamiento de la técnica de la primera fase de la carrera de 100 metros planos. *Revista Cubana de educación Superior*, 41(1). [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0257-43142022000100012](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142022000100012)
- Montoro, R.; Quizhpe, V.; Zapata, E. G., & Espinoza, E. I. (2018). Adecuaciones específicas para la fase de esfuerzo final en la impulsión de la bala, de los atletas de la categoría sub 16 sexo masculino de la federación deportiva de Tungurahua. *Ciencia Digital*, 2(3), 672-684. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i3.185>
- Ozolin, N. G. (1989). *Sistema contemporáneo del entrenamiento deportivo*. La Habana: Editorial Científico Técnica.
- Ozolin, N. G., & Markov, D. P. (1991). *Atletismo*. Científico-Técnica.
- Perdomo, J. M., & Sánchez, A. B. (11 y 12 de mayo, 2021). Proceder metodológico para la aplicación de la Biomecánica en el entrenamiento deportivo. En *III Convención Internacional de la Cultura Física y Sociedad de Mayabeque*. Universidad Agraria de la Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, Facultad de Cultura Física. [Documento no publicado].
- Pérez, J. C., Roseaux, L., Blanco, Y., Hernández, Y., & Pérez, R. (2012). Análisis biomecánico de la impulsión de la bala en atletas escolares y juveniles de la Isla de la Juventud. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, (173). <https://www.efdeportes.com/efd173/analisis-biomecanico-de-la-impulsion-de-la-bala.htm>
- Pons, Y., Durañona, H. A., Pérez, O. A., Berrio, A., & Zamora, A. R. (2023). La biomecánica aplicada a la técnica de pitcheo en lanzadores de béisbol. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 18(2). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1996-24522023000200007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-24522023000200007&lng=es&tlng=es)
- Revé Redó, Y. (2018). *Ejercicios especiales en la fase de descarga en la impulsión de la bala, categoría 13-14 años*. [Tesis de grado, Universidad de la Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa”] [Documento no publicado].

Sánchez, A. (2018). El uso del Kinovea para el análisis biomecánico desde una perspectiva cuantitativa. *Trances: Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, 10(6), 725-738. [https://fb39c223-56a9-4ed3-91f4-073579bde094.filesusr.com/ugd/fa6be1\\_fb8f7f5661394dbbb1d179f05c50221c.pdf](https://fb39c223-56a9-4ed3-91f4-073579bde094.filesusr.com/ugd/fa6be1_fb8f7f5661394dbbb1d179f05c50221c.pdf)

Schmolinsky, G. (1985). *Atletismo*. Pueblo y Educación.

Soriano Montiel, S., & Martínez Escribano, V. (2010). Descripción técnica y aspectos claves del lanzamiento de peso mediante la técnica O'Brian. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, (150). <https://www.efdeportes.com/efd150/lanzamiento-de-peso-mediante-la-tecnica-o-brian.htm>

Toledo, R., Medina, M. L., Rodríguez, J. R., Lara, D., & Bautista, A. (2020). Procedimiento para el análisis biomecánico de la variabilidad del movimiento en el lanzamiento del disco. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 15(3), 518-533. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1996-24522020000300518](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-24522020000300518)

Zissu, M., & Rodríguez, R. (1990). *El Atletismo*. Ediciones deportivas Maraven. Caracas.

Zissu, M. (2003). *Análisis biomecánico de la técnica deportiva. Guía de estudio*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **Declaración de contribución de autoría:**

**Greta Espinosa Samper:** Búsqueda y recopilación de la bibliografía. Elaboración del artículo, discusión, metodología, evaluación de pertinencia, redacción original. Revisión y aprobación final de la versión enviada.

**Moraima Barroso Palmero:** Revisión bibliográfica, aplicación y procesamiento de los instrumentos de recopilación de datos, revisión y edición del manuscrito. Revisión y aprobación final de la versión enviada.

**Loysel Luigi Gutiérrez Díaz y Juan Manuel Perdomo Ogando:** Revisión bibliográfica, aplicación y procesamiento de los instrumentos de recopilación de datos, filmaciones, revisión y edición del manuscrito. Revisión y aprobación final de la versión enviada.

**Yorlandy Monedero Machado y Alberto Jesús Almenteros Cepero:** Revisión bibliográfica, filmaciones, recopilación de datos, revisión del manuscrito.