

PODIUM

Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física

DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

Volumen 16
Número 2

2021

Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca"

Director: Fernando Emilio Valladares Fuente

Email: fernando.valladares@upr.edu.cu

Artículo original

Fundamentos físicos del gesto técnico del pitcher

Physical foundations of the pitcher's technical gesture

Fundamentos físicos do gesto técnico do lançador

Elio Jesús Crespo Madera^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-7363-5627>

Jesús Costa Acosta¹  <https://orcid.org/0000-0002-2671-8411>

Manuel Rafael Valdéz López Portill¹  <https://orcid.org/0000-0002-4705-9160>

¹Universidad de Pinar del Río "Hermandos Saíz Montes de Oca", Pinar del Río, Cuba.

*Autor para la correspondencia: elio.crespo@upr.edu.cu

Recibido: 11/11/2019.

Aprobado: 23/04/2020.

Cómo citar un elemento: Crespo Madera, E., Costa Acosta, J., & Valdéz López Portilla, M. (2021). Fundamentos físicos del gesto técnico del pitcher. *PODIUM - Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 16(2). Recuperado de <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/885>

RESUMEN

La codicia por lanzar duro en el *béisbol*, más el desconocimiento mecánico-energético del aporte y lo que evita la correcta ejecución de las fases del gesto técnico del *pitcher*, resultaron ser las principales causas de las lesiones y el motivo de una investigación explicativa, a través de la aplicación de métodos físicos cinemáticos, dinámicos y energéticos, en el estudio de la manifestación de leyes físicas durante la observación no participativa de su desempeño, al lanzar la pelota, tanto en lanzadores nacionales como internacionales y de testimonios de personas con experiencias como *pitcher*. El objetivo de este artículo consistió en proponer una explicación física de cómo funciona la biomecánica del cuerpo del pitcher durante los gestos técnicos del lanzamiento para garantizar una bola rápida y minimizar lesiones. Con este trabajo, se pretendió, además, instruir al *pitcher* de cómo funciona la biomecánica de su cuerpo durante el lanzamiento



de la pelota, aprovechando ventaja de la altura del montículo con argumentos desde la ciencia Física; esto contribuyó a lanzamientos más rápidos, elegantes y a minimizar lesiones. Como resultado, se elaboró una explicación física por fases para el *pitcher*, además, un sistema masa-resorte aislado para experimentar movimientos biomecánicos y energéticos, que evidenciaron en su desempeño manifestaciones de las leyes físicas de la mecánica clásica de Newton, de la conservación de la energía mecánica, del momento cinético y del momento angular.

Palabras clave: Física en el *pitcher*; Gesto técnico del *pitcher*; Lesiones en el *pitcher*.

ABSTRACT

The greed to throw hard in baseball, plus the mechanical-energetic ignorance of the contribution and what prevents the correct execution of the phases of the pitcher's technical gesture, turned out to be the main causes of injuries and the reason for an explanatory research, through the application of physical kinematic, dynamic and energetic methods, in the study of the manifestation of physical laws during the non-participatory observation of their performance, when throwing the ball, both in national and international pitchers and testimonies of people with experiences as pitchers. The objective of this article is to propose a physical explanation of how the biomechanics of the pitcher's body works during the technical gestures of pitching to guarantee a fast ball and minimize injuries. With this work, it is also intended to instruct the pitcher on how the biomechanics of his body works during the pitching of the ball, taking advantage of the height of the mound with arguments from the physical science. This contributes to faster, more elegant pitches and to minimize injuries. As a result, a physical explanation by phases was elaborated for the pitcher, in addition, an isolated mass-spring system to experiment biomechanical and energetic movements, which evidenced in their performance manifestations of the physical laws of Newton's classical mechanics, conservation of mechanical energy, kinetic momentum and angular momentum.

Keywords: Pitcher's physics; Pitcher's technical gesture; Pitcher's injuries.

RESUMO

A ganância de jogar duro no baseball, mais a ignorância mecânico-energética da contribuição e o que impede a correta execução das fases do gesto técnico do lançador, revelaram-se as principais causas de lesões e a razão de uma pesquisa explicativa, através da aplicação de métodos físicos cinemáticos, dinâmicos e energéticos, no estudo da manifestação das leis físicas durante a observação não participativa do seu desempenho, ao lançar a bola, tanto em lançadores nacionais como internacionais e testemunhos de pessoas com experiências como lançadores. O objetivo deste artigo é propor uma explicação física de como funciona a biomecânica do corpo do lançador durante os gestos técnicos de lançamento para garantir uma bola rápida e minimizar as lesões. Com este trabalho, pretende-se também instruir o lançador sobre como funciona a biomecânica do seu corpo durante o lançamento da bola, tirando partido da altura do monte com argumentos da ciência física. Isto contribui para campos mais rápidos e mais elegantes e para minimizar as lesões. Como resultado, foi elaborada uma explicação física por fases para o jorro, além disso, um sistema isolado de suspensão em massa para experimentar movimentos biomecânicos e energéticos, que evidenciou no seu desempenho, manifestações das leis físicas da mecânica clássica de Newton, da conservação da energia mecânica, do momento cinético e do momento angular.

Palavras-chave: Física de Pitcher; gesto técnico de Pitcher; Lesões de Pitcher.



INTRODUCCIÓN

El béisbol no es uno de los deportes más difíciles que existe, sino el que más, según ha afirmado Robert K. Adair (Saíz Domínguez, 2016), autor del libro titulado: *La Física del béisbol*. Al referirse al pitcher, hizo la siguiente comparación, 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".

En el Foro de la Facultad de Química de la Unam-México, bajo el eslogan: *La Ciencia más allá del aula*, el investigador Jorge Flores Valdés del Ifunam (Flores Valdés, 2016), en su conferencia magistral titulada: *La Física en el béisbol* retoma a este deporte universal y popular para destacar que hay mucha Física en el béisbol y que la mayoría de las personas no lo saben, citando varios ejemplos de los que se resumen, solo dos de interés para el artículo:

1. La rapidez con que un pitcher lanza la pelota puede sobrepasar los 150 km/h (más de 94 mph), en una distancia un poco más de 18 m., disminuyendo tanto el tiempo de reacción del bateador, que casi es imposible dar a la pelota. Pone de ejemplo el lanzamiento de 106.9 mph (172.04 km/h) de cubano Aroldis Chapmanen, el *beisbol* de las grandes ligas americanas, un *récord* con una recta rápida que necesitó solo 0.39 s (390 ms) en llegar al guante del *catcher*, mucho menos de medio segundo. Una pelota a esa velocidad puede recorrer en un segundo esa distancia unas 2.6 veces.
2. La altura del montículo se justifica porque la pelota lanzada cae muchísimo en su trayectoria, al *home* por la atracción gravitatoria terrestre, por ejemplo: una pelota rápida cae 0.50 m. y una pelota lenta (una curva) cae 1.5 m., por eso, mientras más rápido se mueva la pelota, menor será su caída a tierra, como el tiempo en llegar al *home*.

El investigador concluye y destaca lo útil de estos conocimientos en los beisbolistas y expresa: *Enseñarles Física a los deportistas es inútil, lo que sí sería útil es enseñarles más biomecánica para que sepan cómo funciona su cuerpo*; esta frase fue el detonante para realizar esta investigación explicativa y atender, además, la constante preocupación del médico deportivo del equipo de béisbol pinareño, dadas las continuas lesiones de los *pitchers*, con la alta probabilidad de no concluir la temporada, fundamentalmente por el afán de tirar duro, más el desconocimiento mecánico-energético de lo que aporta y evita la ejecución correcta de las tres etapas o fases del gesto técnico del pitcher cubano (Martínez, 2012).

Como dice la creencia popular: *el pitcheo es la parte más importante del juego de béisbol*, 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).

Por lo general, se captan jóvenes que tiren duro, lo cual no es suficiente y el entrenador tiene que convencerlos con argumentos de la ciencia Física, demostrándoles por qué deben cumplir con las tres fases del gesto técnico reglamentado y cómo funciona la biomecánica de su cuerpo durante el lanzamiento de la pelota, garante del triunfo con elegancia y evitar el sufrir lesiones, sin olvidar la ventaja que tiene sobre el bateador, aprovechar la elevación del montículo.



Por tanto, se precisa de un estudio descriptivo de la posible manifestación de las leyes físicas mediante la observación no participativa del desempeño del *pitcher*, al lanzar la pelota, tanto en *pitchers* nacionales como internacionales y recoger testimonios en entrevistas a personas con experiencias en el arte de lanzar en el béisbol, para de esta forma, determinar cuáles fundamentos de la ciencia Física aportan a la explicación física del por qué debe realizarse cada movimiento en las diferentes fases del lanzamiento y el uso del montículo.

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 y/o del momento cinético y el momento angular (Sears y Zemansky & Young y Freedman, 2013).

Por estas razones, el objetivo de este artículo es proponer una explicación física de cómo funciona la biomecánica del cuerpo del *pitcher* durante los gestos técnicos del lanzamiento para garantizar una bola rápida y minimizar lesiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicó el método empírico de la observación no participativa, con el objetivo de identificar en una muestra de 60 lanzadores, tanto nacionales como internacionales, el cumplimiento de cada fase en el gesto técnico del *pitcher* cubano (Figura 1).

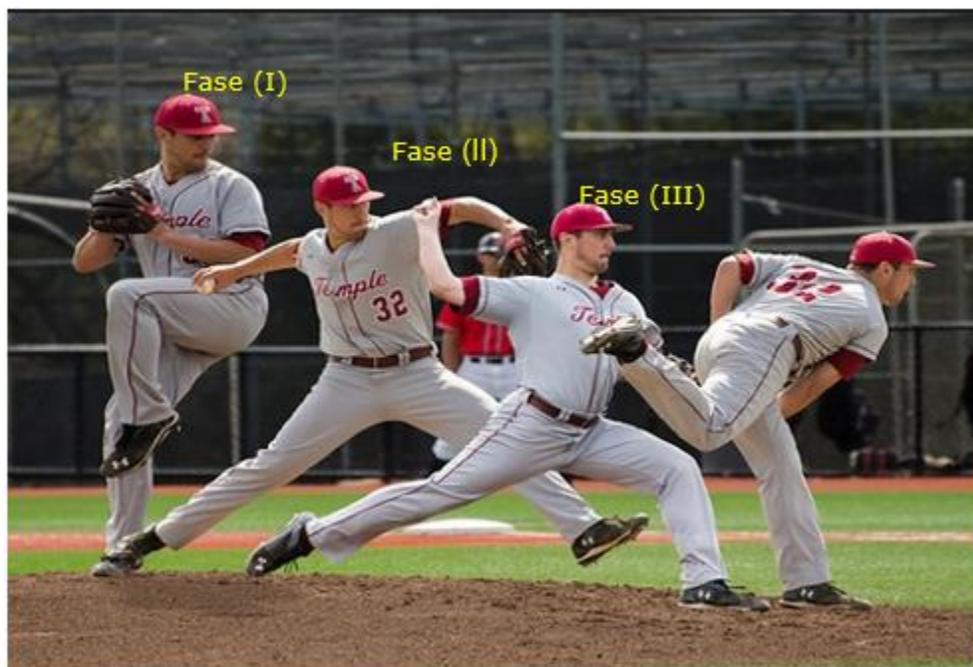


Fig. 1. - Fases del lanzamiento del *pitcher*: (I) fase de preparación; (II) fase principal y (III) fase final.

Fuente: (Cortinas, 2016).



La observación se realizó a partir del cumplimiento o no de las categorías y subcategorías asumidas en la guía de observación (Tabla 1), evaluadas por los autores: tres licenciados: uno en Física y dos en Cultura Física; todos profesores de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", los que mantienen el criterio de unanimidad de su manifestación durante la ejecución correcta del gesto técnico.

Tabla 1. - Guía de observación de la ejecución del gesto técnico *del pitcher*

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS
Fase I: De preparación	Acción de recogida de brazos.
	Acción de elevación y recogida de la pierna de lanzar.
	Agrupamiento de brazos y pierna de lanzar. Rotación del tronco-acción. (Almacenamiento de energía potencial elástica).
Fase II: Principal	Péndulo invertido (Inclinación del sistema en la dirección y sentido del lanzamiento).
	Zancada (longitud). Aprovechamiento de la energía potencial gravitatoria
	Aceleración del brazo de lanzar (impulso mecánico) Desaceleración del brazo de lanzar.
Fase III: Final	Rotación del tronco-reacción (liberación de la energía potencial elástica almacenada y del momento cinético).
	Seguimiento de la inercia del cuerpo por el lanzamiento (dominio del cuerpo y posición defensiva), después de la liberación de la pelota.

Los materiales empleados para la observación fueron:

1. Videos en *Youtube* para analizar el desempeño de *pitchers* nacionales e internacionales.
2. Juegos de las LVIII y LIX Serie Nacional de béisbol, transmitidos por la televisión cubana.
3. Juegos de la LIX Serie Nacional de béisbol, realizados en el Estadio "Capitán San Luis" de Pinar del Río.

Se aplicó una entrevista a nueve personas del sexo masculino de las sedes universitarias "Nancy Uranga Ramagoza" (seis) y Sede "Hermanos Saíz" (tres), ambas de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", que han sido *pitchers* y/o conocedores del gesto técnico, como parte de su formación profesional en Cultura Física. El cuestionario constó de dos preguntas cerradas: (1) ¿Podría describir y ejecutar las fases del gesto técnico del *pitcher* cubano?; y (2) ¿Por qué cree que deben hacerse de esa forma?

Igualmente, se aplicaron los métodos físicos cinemático, dinámico y energético, considerando al *pitcher* un sistema masa-resorte (lanzador-pelota), aislado de toda acción externa (de impulsos mecánicos y torques externos cero), para encontrar la explicación física que argumente la ejecución de las fases del gesto técnico en su



biomecánica. Gesto en el cual se manifiestan movimientos de traslación y de rotación, como consecuencia de la aplicación del Principio de acción-resorte definido por los autores, donde la fuerza de acción corresponde al agrupamiento y torsión del tronco del cuerpo (fase I del gesto técnico), al comportarse como un resorte o muelle de torsión deformado en el que almacena energías potenciales elástica y gravitatoria.

La fuerza de reacción se manifiesta durante la restitución elástica de músculos y tendones deformados durante la acción, donde es liberada toda aquella energía almacenada con cierta explosividad, y consecuencia de la manifestación de las leyes físicas de conservación de la energía mecánica, del momento cinético y del momento angular, que facilitaron la interpretación de las posibles transformaciones de las magnitudes físicas almacenadas y liberadas durante todo el gesto técnico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados de las observaciones realizadas a los 60 lanzadores, se obtuvieron los siguientes descritos por fases.

Fase (I) de preparación: el 43.3 % de los *pitchers* observados cumplieron con esta fase, se corresponden con lanzadores, generalmente rápidos y elegantes en el montículo, ejemplos de nacionales como: Jesús Guerra, Omar Ajete, Faustino Corrales, Braudilio Vinent, Rogelio García, Lázaro de la Torre, Manolo Hurtado, Bosmenier, Changa Mederos, Duque Hernández, Norge Luis Vera, Liván Moinelo y Lázaro Blanco; en cuanto a los lanzadores internacionales de la MLB, ejemplos como: Aroldis Chapman, Hideo Nomo, Johnny Cueto, Orlando Hernández, Satchel Paige, Dontrelle Wills, Luis Taint, Alex Cobb, Alex Wood, Mak Rzepczynski, Juan Marshall, Nolan Ryan y Ubaldo Jiménez.

Fase (II) principal: el 51.7 % satisfizo el criterio de evaluación, se destacan que algunos de los *pitchers* nacionales de referencia en la fase (I) lograban zancadas grandes y son lanzadores rápidos, a pesar de que otros no cumplieron con rigor la fase (I). Sí se preocupaban con una amplia zancada, por citar algunos: Pedro Luis Lazo, Omar Ajete, Faustino Corrales, Rogelio García, Lázaro Blanco y otros.

De los lanzadores internacionales de la MLB: Satchel Paige, Alex Cobb, John Gant, Carter Capps, Daisuke Matsusaka, Jordan Walden, Joe Smith, Rubén García, entre otros.

Fase (III) Final: se consideró que el 55.0 % de los lanzadores observados cumplieron con esta fase final, obligados algunos a desacelerar el brazo y contrarrestar la inercia del cuerpo como alcanzaran hacerlo; en ocasiones, perdiendo el equilibrio y saliendo del montículo totalmente deslucido e indefenso ante cualquier batazo. Es la fase donde solo los *pitchers* más rápidos y reconocidos por su alto rendimiento muestran una limpia y elegante fase final del lanzamiento, como, por ejemplo, entre los nacionales: Braudilio Vinent, Omar Ajete, René Arocha, Lázaro de la Torre, Liván Moinelo, entre otros y de los internacionales: Alex Cobb, Alex Wood, Juan Marshall, Mak Rzepczynski y otros autores.

Sobre los entrevistados, el 100 % dominan las tres fases del pitcheo cubano y cómo ejecutarlas, sin embargo, ninguno fue capaz de satisfacer los criterios de evaluación, respecto a la identificación del tipo de energía que se almacena y libera en la secuencia cinética, con el conocimiento de que hay energía involucrada, que se acumula energía y se descarga con el lanzamiento, así como que esos gestos deben hacerse así para minimizar lesiones en codo y en el hombro de lanzar, pero no saben distinguir cuál o



cuáles energías, de dónde y cómo se obtienen. Algo similar se apreció en otras bibliografías especializadas en béisbol.

La aplicación de los métodos físicos permitió identificar las leyes físicas que se manifestaban durante el desempeño del *pitcher* en cada una de las fases reglamentadas y como resultado se elabora una propuesta de la explicación física del gesto técnico del *pitcher*, que da respuesta a las interrogantes del por qué el nombre y necesidad del cumplimiento de cada fase reglamentada, delimitada por márgenes insignificantes de tiempo (sin pausas), dada la explosividad y rapidez a lograr con el gesto técnico, descrita paso a paso para un *pitcher* derecho, de frente al bateador, sin corredores en las bases y el tipo de lanzamiento más usado en los partidos, la recta rápida y por encima del brazo, válida igualmente para un zurdo.

Explicación física de la fase (i): fase de preparación

¿Por qué fase de preparación, preparación de qué y para qué?, son interrogantes que los *pitchers* noveles se hacen cuando están en la fase de aprendizaje, iniciando la explicación con la postura correcta de *pitcher*, desde la posición reglamentaria sobre la goma de lanzar, con su pie derecho de apoyo uni o monopodal y el cuerpo orientado lateralmente hacia el home, logrando la mayor estabilidad del sistema mecánico aislado lanzador-pelota para realizar la acción de elevación, recogida y agrupamiento de sus miembros superiores, junto con la pelota en el guante y acercamiento de la pierna izquierda de ataque o de lanzamiento hacia el plano medio sagital del cuerpo y a su Centro de Gravedad "CG" (circulo negro), donde debe encontrarse la línea de gravedad (línea vertical negra discontinua) (García & Rodríguez, 2015) (Figura 2) y así aplicar el principio de Acción-Resorte con la sincronización de todas las interacciones internas que se manifiestan durante los movimientos de traslación y de rotación.

Tal agrupamiento, independientemente del estilo del Wind-up (Figura 2) garantiza la adecuada distribución de la masa gravitacional corporal en relación con el peso ($P=M.g$) (Sears y Zemansky & Young y Freedman, 2013, pág. 119) para concentrar más masa corporal al eje de rotación y un incremento de la energía potencial gravitatoria que se almacena en el sistema, con la disminución instantánea y progresiva del momento de inercia (I) del sistema.

(Sears y Zemansky & Young y Freedman, 2013, pág. 289), que tributa a una rápida y explosiva velocidad angular, como consecuencia de la ley de conservación del momento angular (Figura 2).





Fig. 2. - Agrupamiento de brazos y pierna de lanzar, rotación del tronco (Acción)
Fuente: <https://www.gettyimages.es/detail/foto/you-cant-coach-this-kind-of-skill-imagen-libre-de-derechos/1226418891?adppopup=true>

Alcanzar el punto máximo de equilibrio lo suficientemente alto, con la máxima torsión de la cadera, exigencia en esta fase, se logra con el dominio y control interno de la biomecánica de su cuerpo, cuidando de no excederse en la rotación, pues el CG corporal se trasladaría hacia atrás del lanzador y afectaría su postura, restándole elegancia y potencia al lanzamiento, con la imperiosa necesidad de forzar el brazo y el hombro de lanzar para lograr la velocidad de la pelota que piensa lograría, más un mayor esfuerzo en lograr el control del lanzamiento.

Por eso, se llama fase de preparación del cuerpo del *pitcher*, dada la cantidad de energía mecánica que almacena, y desde aquí, saber liberarla con el control de la velocidad angular que seguro logrará, debido a los torques restauradores provocados por aquella torsión o semi rotación, con cierto ángulo respecto al eje vertical imaginario (mostrando ligeramente el número de la espalda en su uniforme), comportándose el sistema a cómo lo haría un resorte de torsión, un tipo de muelle que trabaja cuando es deformado por un torque externo y que, por sus propiedades elásticas, es capaz de almacenar energía mecánica potencial elástica y devolverla en forma de un movimiento de giro muy rápido cuando se libera, efecto que se suma al impulso mecánico al acelerar el brazo en la fase II; para eso, se prepara el cuerpo del *pitcher*, lo cual contribuye a disminuir el esfuerzo sobre el brazo y hombro, ayudando a minimizar posibles lesiones.

La fase I de preparación es la más importante dentro del gesto técnico del *pitcher* y donde más incumplimientos se observaron, lo cual se corresponde con criterios de un estelar lanzador pinareño (ya fallecido) y posteriormente entrenador de pitcheo, al afirmar: *es una fase que no se trabaja mucho* (Guerra, 2017).



Explicación física de la fase II: fase principal

Se llama fase principal porque es donde se transfiere a la pelota todo el impulso mecánico y la energía mecánica suficiente almacenada para lograr un lanzamiento rápido, sí y solo si su ejecución correcta es consecuencia del cumplimiento de la suma de las fases I + II. Es donde el *pitcher* se dispone a propinarle a la pelota, de una masa de 145.0 g., una velocidad superior a las 90 mph (144.8 km/h), al liberar la energía mecánica 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 o de giro considerable.

El *pitcher* concluye la fase (I) en una posición paralela a la línea de gravedad, agrupado, con cierta torsión y listo para proyectarse hacia el *home play*, dejando caer el cuerpo hacia delante y haciendo que todo el sistema se comporte como un "péndulo invertido" (Figura 3).

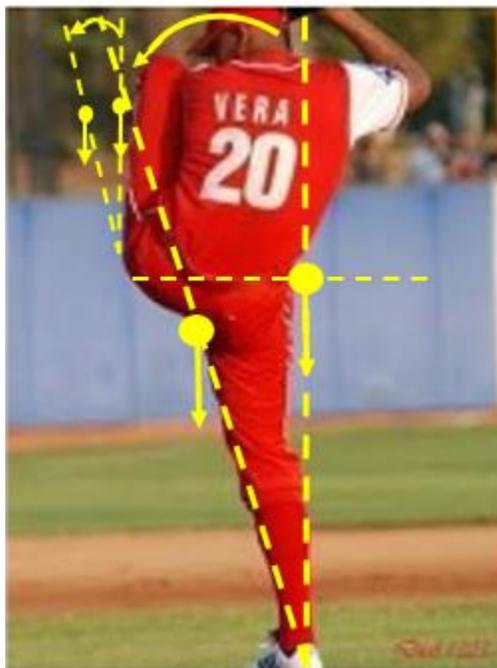


Fig. 3. - *EL pitcher* como un péndulo invertido en función del lanzamiento rápido
Fuente: [https://www.ecured.cu/Lanzador_\(Béisbol\)#/media/File:Norge_luis_vera.jpg](https://www.ecured.cu/Lanzador_(Béisbol)#/media/File:Norge_luis_vera.jpg)

Muy pocos *pitchers* de los observados aprovechan este desbalance o desequilibrio intencional, casi imperceptible dentro de la cadena cinética, porque ocurre muy rápido, pero, si decides aprovecharlo, debes saber qué aportaría a la velocidad del lanzamiento: Entiéndase que el equilibrio de rotación de un cuerpo se clasifica en tres categorías: estable, inestable e indiferente (Tipler & Mosca, 2010, pág. 349). Y durante todo el gesto técnico del *pitcher* se aprecian dos: equilibrio estable durante y en la posición final de la fase I y un equilibrio inestable en el inicio de la fase II, como un péndulo invertido, lo cual genera en el sistema, que el peso (saeta vertical amarilla), en la línea de gravedad (línea vertical discontinua amarilla), salga de la base de sustentación monopodal y su CG baje (circulo amarillo), originando una proyección de su peso en la dirección y sentido del movimiento del sistema, (Figura 3), que aporta a la aceleración del brazo de lanzar



un impulso mecánico adicional que aumenta con el ángulo de inclinación y de nuevo a un equilibrio estable, posterior a una zancada firme, lanzando al mismo tiempo la pelota.

Con la proyección del cuerpo hacia delante, se saca la pierna de impulso con la rotación de la cadera (ROM) no dominante, que genera la fuerza del impulso de la pierna de ataque para garantizar una enorme zancada (Robb, Fleisig, Wilk, & *et al.*, 2010), provocando el descenso rápido del sistema desde lo alto del montículo (unos 25.4 cm.), descargando toda la energía potencial gravitatoria almacenada con el agrupamiento y al unísono incorporar a la aceleración del brazo de lanzar, el resto de las energías mecánicas acumuladas en la fase (I), más el impulso adicional por la componente del peso en la proyección al *home*. De ahí la ventaja sobre el bateador a aprovechar, cuando se garantiza una amplia zancada desde el montículo.

Todo lo descrito es posible con la rotación y proyección de la cadera, simultáneamente con la aceleración del brazo de lanzar, que se materializa apoyando la pierna de impulsión y lanzando la pelota (fin de la fase II). Este autor considera que un rango de rotación excesivo de la pelvis y de los pies origina una pérdida de toda la energía mecánica total almacenada y, por tanto, la disminución de la velocidad angular del sistema, cuando el sistema libera la energía potencial elástica, lo cual debe evitarse a toda costa (Figura 4).

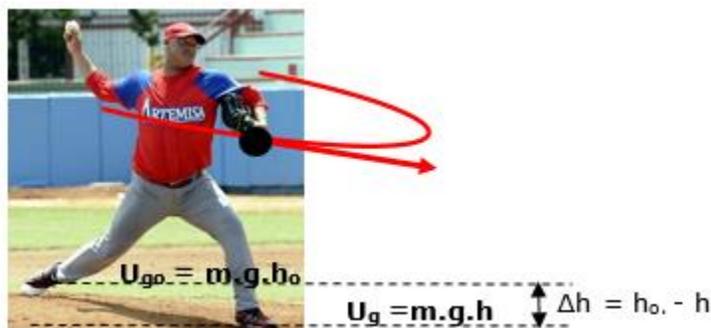


Fig. 4. - Transformación de energías mecánicas en la zancada
Fuente: (Rodríguez Hernández, 2016).

Algo similar plantea (Ellenbeck, Robert, Davies, & *et al.*, 2002), al destacar que al aumentar o disminuir la rotación interna y rotación externa activa de la cadera, disminuye la fuerza de abducción de la pierna de impulsión y limita la transferencia de energía mecánica total almacenada e impone una carga innecesaria en el hombro y, como consecuencia, presenta lesiones en las extremidades superiores, principalmente motivadas por el aumento del valgo en el codo de lanzar (Manabu Saito & *et al.*, 2014).

Explicación física de la fase III: fase final

Esta fase es la evidencia de la calidad y efectividad del gesto técnico y el cumplimiento de toda la secuencia cinética de los movimientos, 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 (Figura 5). Y, el no saber cómo contrarrestar tal efecto, puede desestabilizarlo e incluso hacerlo caer, como producir lesiones de cadera, espalda y rodillas, entre otras posibles.





Fig. 5. - Inercia del pie de apoyo y cadera

Fuente: <https://pixabay.com/es/photos/b%C3%A9isbol-deportes-lanzador-ont%C3%ADculo-89612/>

No hay dudas que "hay mucha Física en el béisbol (Flores Valdés, 2016) y se ha demostrado que la ciencia Física explica y fundamenta en el beisbol el porqué de la lógica mecánico-energética de la secuencia cinética de las tres fases del gesto técnico del *pitcher* y por qué tiene que ser ininterrumpida y sin pausas, sí y solo si toma conciencia de lo que aporta la biomecánica de su cuerpo, cada fase y por qué debe hacerlo así. Entonces será un *pitcher* espectacular, con buenos resultados y que minimiza lesiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerra, A., & Sanchez, 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>
- Ellenbecker, T. S., Roetert, E. P., Bailie, D. S., Davies, G. J., & Brown, S. W. (2002). Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 2052-2056. <https://doi.org/10.1097/00005768-200212000-00028>
- García-López, J., & Rodríguez-Marroyo, J. (2015). *Equilibrio y estabilidad del cuerpo humano* (pp. 99-129). Publisher: Paidotribo. https://www.researchgate.net/publication/309579800_Equilibrio_y_estabilidad_d_el_cuerpo_humano



- Pilotos Martínez, A. (2012). Análisis biocinemático de la ejecución técnica del lanzamiento rápido en los lanzadores de béisbol de la categoría 15-16 años de la EIDE 'Ormani Arenado' de Pinar del Río. *EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires*, 16(165). <https://www.efdeportes.com/efd165/analisis-biocinematico-del-lanzamiento-en-beisbol.htm>
- Robb, A. J., Fleisig, G., Wilk, K., Macrina, L., Bolt, B., & Pajaczkowski, J. (2010). Passive ranges of motion of the hips and their relationship with pitching biomechanics and ball velocity in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(12), 2487-2493. <https://doi.org/10.1177/0363546510375535>
- Saito, M., Kenmoku, T., Kameyama, K., Murata, R., Yusa, T., Ochiai, N., Kijima, T., Takahira, N., Fukushima, K., Ishige, N., & Takaso, M. (2014). Relationship Between Tightness of the Hip Joint and Elbow Pain in Adolescent Baseball Players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(5) ISSN: 2325-9671. <https://doi.org/10.1177/2325967114532424>
- Sáiz Domínguez, C. (2016). *La Física importa y mucho en el mundo del béisbol*. El Universo, CIENCIA EN EL DEPORTE. https://as.com/masdeporte/2016/02/09/mlb/1455037583_614003.html
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2010). *Física para la ciencia y la tecnología. 1A: Mecánica*. Editorial Reverte. https://books.google.com.cu/books/about/F%C3%ADsica_para_la_ciencia_y_la_tecnolog%C3%ADa.html?id=TJhLmwEACAAJ&redir_esc=y
- Young, H. D., Freedman, R. A., & Sears, F. W. (2013). *Física universitaria 01*. Addison-Wesley/; Pearson Educación. https://books.google.com.cu/books/about/F%C3%ADsica_universitaria_01.html?id=qtsXYAAACAAJ&redir_esc=y

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Elio Jesús Crespo Madera: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, confección de base de datos, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

Jesús Costa Acosta: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, confección de base de datos, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

Manuel Rafael Valdéz López Portill: Búsqueda y revisión de literatura, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, confección de base de datos, asesoramiento general por la temática abordada, revisión y versión final del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.





Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
Copyright (c) 2021 Elio Jesús Crespo Madera, Jesús Costa Acosta, Manuel Rafael Valdéz López Portill

