

Video análisis y parámetros físicos de carrera en luchadores profesionales antes de lanzarse del ring

EDVATIO PHYSICORVM



ISSN 1870-9095

Vicente Torres Zúñiga

Escuela Nacional de Ciencias Forenses, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica s/n, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, México, Cd. Mx.

E-mail: vicentetorres@enacif.unam.mx

(Recibido el 29 mayo de 2025, aceptado el 2 de septiembre de 2025)

Resumen

En este estudio se midieron la velocidad, energía cinética en carrera y fuerza de choque contra cuerdas en profesionales de lucha libre mexicana durante la maniobra de lanzarse fuera del ring, conocida como “tope suicida entre segunda y tercera cuerda”. Utilizando video-análisis con software libre, se examinaron 15 escenas grabadas desde un ángulo cenital, donde los atletas corren, impactan las cuerdas del cuadrilátero y se impulsan para salir del ring. Los movimientos se modelaron mediante ajustes lineales que revelan fases de movimiento rectilíneo uniforme antes y después del choque con las cuerdas, con errores menores al 10 % y factores de correlación superiores a 0.97. En lapsos entre 0.66 a 1.782 s, se registraron magnitudes de la velocidad entre 3.67 y 5.66 m/s y energías cinéticas de 0.60 a 1.36 kJ, comparables con otras disciplinas deportivas. Además, se calculó la fuerza máxima ejercida contra las cuerdas, con un valor máximo de 2.56 kN, inferior al umbral para fracturas, lo que indica que la maniobra es segura para los atletas. Este trabajo destaca la aplicación del análisis biomecánico a un deporte popular poco estudiado en esta área, demostrando la viabilidad de usar videos públicos y herramientas accesibles para medir parámetros físicos. Los resultados ofrecen una base para futuras investigaciones y pueden servir para introducir conceptos de física y biomecánica en contextos educativos. Se enfatiza la multidisciplinariedad del enfoque, vinculando deporte, cultura popular y ciencia, y se plantea la necesidad de estudios experimentales directos y análisis de otras maniobras características de la lucha libre profesional.

Palabras clave: biomecánica, video-análisis, lucha libre, movimiento rectilíneo uniforme, física de deportes.

Abstract

In this study, we measured running speed, kinetic energy, and impact force against the ropes in professional Mexican wrestlers during the maneuver known as the “suicide dive between the second and third rope.” Using video analysis with open-source software, we examined fifteen scenes recorded from an overhead angle, where athletes ran, hit the ring ropes, and propelled themselves out of the ring. We modeled the movements with linear fits that revealed phases of uniform rectilinear motion before and after the rope impact, with errors below 10% and correlation factors above 0.97. Within time intervals ranging from 0.66 to 1.782 s, we recorded speeds between 3.67 and 5.66 m/s and kinetic energies from 0.60 to 1.36 kJ, values comparable to those in other sports. We also calculated the maximum force exerted against the ropes, finding a peak of 2.56 kN—below the fracture threshold—which indicates that the maneuver is safe for the athletes. This work highlights the application of biomechanical analysis to a popular sport that has received little attention in this area, demonstrating the feasibility of using public videos and accessible tools to measure physical parameters. The results provide a basis for future research and can help introduce physics and biomechanics concepts in educational contexts. The study emphasizes the multidisciplinary nature of the approach, linking sport, popular culture, and science, and calls for direct experimental studies and the analysis of other characteristic maneuvers in professional wrestling.

Keywords: biomechanics, video analysis, wrestling, uniform rectilinear movement, physics of sports.

I. INTRODUCCIÓN

Gracias a las investigaciones en el área de las ciencias sociales, se reconoce mundialmente a la lucha libre profesional como un elemento sustancial en la cultura popular mexicana [1, 2]. De hecho, fue declarada patrimonio cultural intangible de la Ciudad de México [3]. Se pueden enumerar tres razones para sostener esta afirmación. Primero, cuenta con una tradición histórica. En México, las primeras funciones de este deporte-espectáculo datan de alrededor de 1920. De hecho, entre todas las compañías del mundo,

México cuenta con la empresa más longeva de lucha libre, con más de 92 años desde su fundación: el hoy llamado Consejo Mundial de Lucha Libre (CMLL), actualmente, goza una loable popularidad internacional. Segundo, presenta personajes culturalmente trascendentales [4]. Muchos luchadores han alcanzado fama internacional tanto en el ring como en medios de comunicación; tales como el cine, la televisión, la historieta, entre otros formatos [5, 6]. Un claro ejemplo es el gladiador llamado: el Santo; quien encarnó su personaje entre 1942 y 1984, filmando en ese transcurso más de 53 películas taquilleras, consideradas de culto en varias

naciones [7]. Y tercero, cuenta con un estilo distintivo fácil de reconocer. Por ejemplo, la mayoría de sus luchadores portan máscaras coloridas; estas les permiten desarrollar mejor sus personajes como representaciones del bien o del mal [1]. De hecho, los encuentros donde se apuesta la máscara se consideran especiales. En lo referente a sus movimientos en combate, cuenta con intrincadas maniobras de agarre (llaves y contrallaves) utilizadas para someter al contrincante o para colocarlo de espalda sobre la lona. Además, usualmente basados en el uso de las cuerdas del ring, presenta acrobacias y saltos arriesgados dentro y fuera del cuadrilátero. Con todos estos componentes, algunos autores consideran a la lucha libre profesional como el segundo deporte-espectáculo más popular de México, después del fútbol soccer [1].

En contraste, la lucha libre mexicana ha sido poco estudiada por disciplinas como la biomecánica. Ciertamente, encontramos literatura especializada sobre actividades deportivas (carrera, salto, etc.), incluso enfocada en lucha olímpica [8] y las artes marciales [9], donde además se exponen tanto la técnica como formas de prevenir lesiones ante diferentes maniobras [10]. Así también, múltiples publicaciones exponen el desarrollo cinemático y dinámico de una acrobacia circense o de gimnasia olímpica [11]. Sin embargo, es exigua la información biomecánica de ciertas acciones exclusivas de la lucha libre profesional; tal es el caso del llamado: “tope suicida entre segunda y tercera cuerdas del ring”. Son pocos los datos sobre la velocidad o la energía cinética desarrollada al realizar la acción.

Ante la falta de experimentos, donde se controlan las variables en instalaciones especializadas, proponemos utilizar la observación *in-situ*; utilizando grabaciones de los combates para estudiar parte de la biomecánica de los luchadores. Esto mediante la video-transmisión por medio de internet, estrategia didáctica que tiende a crecer día con día al demostrar resultados satisfactorios en el aprendizaje de la física [12, 13]. Así, es posible encontrar movimientos o maniobras adecuados para realizar estudios sistemáticos. Por otro lado, de forma gratuita y con interfaces cómodas, se encuentran disponibles varios programas de cómputo que permiten el análisis biofísico de tales videos.

Después de realizar una búsqueda en la literatura deportiva y en biomecánica especializada, consideramos que es la primera vez que se obtienen parámetros físicos en el proceso de un movimiento de lucha tan emblemático como el “tope suicida”. Aunque es oportuno mencionar que en el blog personal del autor se presentó sucintamente una medida preliminar de la velocidad de un solo luchador, en unas condiciones de procesamiento de video muy diferentes a las aquí expuestas [14].

Consideramos que esta breve contribución puede ser más que una curiosidad cultural. Puede alcanzar a detonar investigaciones más profundas en biomecánica, sobre el desarrollo de movimientos distintivos entre estos atletas. El estudio de los luchadores también puede ser un pretexto evocador para introducir en diferentes cursos tanto temas fundamentales de física mecánica básica, así como de biomecánica.

II. MÉTODOS Y MATERIALES

Realizando una búsqueda de material multimedia por Internet, en la plataforma YouTube, se localizó un canal que transmite combates de lucha libre profesional mexicana [15]. Los videos muestran escenas particularmente adecuadas para un video-análisis sistemático: cuentan con una cámara fija en ángulo cenital, justo arriba del cuadrilátero. Las video-imágenes cubren completamente el movimiento de los gladiadores. Aunque presentan una ligera distorsión en el campo visual, típica de los sistemas ópticos comerciales con aberraciones en forma de “barril”, esta es tolerable para el mercado y puede corregirse para la actividad mediante una calibración longitudinal adecuada. Mediante esta misma cámara, se registraron en varias ocasiones a los luchadores corriendo e impactando en las cuerdas del ring, y luego continuando con su carrera. Después de un cambio de escena, muestran el salto, su salida del ring y su impacto sobre el contrincante. Para esta contribución, nuestro interés se centró en la acción de correr e impactar con las cuerdas para cambiar de dirección, observando toda la escena en ángulo cenital.

En una computadora personal, descargamos los videos correspondientes a 15 escenas de la acción de carrera. La base de datos se puede consultar en:

<https://drive.google.com/drive/folders/1n2IHPTw3d6zNKP8H9LpfccxEHD07AzO7?usp=sharing>

Después, las escenas fueron preparadas y analizadas mediante el software Tracker, una herramienta gratuita, de video-análisis digital y de construcción de modelos físicos [16]. Es oportuno mencionar que este programa se diseñó con fines pedagógicos. Si bien existe software más especializado para analizar movimientos biomecánicos, consideramos que Tracker es la mejor opción para que otros investigadores (especialmente estudiantes) comprueben la información que recabamos y aquí presentamos.

Todos los videos fueron sometidos al mismo acondicionamiento de pre-captura de datos. Primero, aseguramos que las tomas fueran fijas, que los movimientos comenzaran de izquierda a derecha (definiendo la dirección positiva del vector), y luego de derecha a izquierda (definiendo la dirección negativa); antes y después del impacto con las cuerdas, respectivamente. En un par de casos (ambos para el luchador *Xtreme Tiger*) se requirió girar 90° la vista del video. Después, el eje coordenado se colocó del lado izquierdo del ring, sobre la cuerda superior, al nivel del movimiento del luchador. Finalmente, la llamada “vara de calibración”, que permite la conversión de píxeles a metros (por medio del ajuste de la medida longitudinal, respecto a un patrón de referencia), se colocó sobre las cuerdas superiores de izquierda a derecha. De acuerdo con información de la empresa que administra la arena (el CMLL) estas dimensiones corresponden a 6.0 m. Verificamos que la tasa de muestreo del video fuera constante y normal: de 33 cuadros por segundo. En tales condiciones fue innecesario utilizar filtros de perspectiva o de corrección de movimientos laterales o de acercamiento de la cámara. Además, por el contraste entre el ring y la vestimenta de los atletas, tampoco se necesitó emplear filtros para diferenciar el fondo y la región de interés. En resumen, los videos presentan

condiciones idóneas para ser analizados y obtener información biomecánica precisa.

El registro de datos se realizó manualmente. Se rastrearón los puntos más cercanos al centro de masa del atleta, que a la vez fueran claramente distinguibles durante su carrera. Por las condiciones del video, el punto a seguir fue cerca del cuello, sobre la clavícula izquierda del luchador. Esto permitió obtener datos representativos del movimiento y un error mínimo de perspectiva. La Figura 1 ilustra los elementos más importantes en el acondicionamiento y

captura de coordenadas en función del tiempo. La misma figura presenta la posición del eje coordenado, la vara de calibración, y en parte, se muestran los puntos registrados (de ilustrar todos, con esas dimensiones, se empalmarían los puntos). En este caso, la carrera (de derecha a izquierda) corresponde al luchador conocido como Atlantis. Finalmente, los datos se registraron en una tabla de posición en función del tiempo y se exportaron para su posterior análisis matemático en un software de hoja de cálculo.

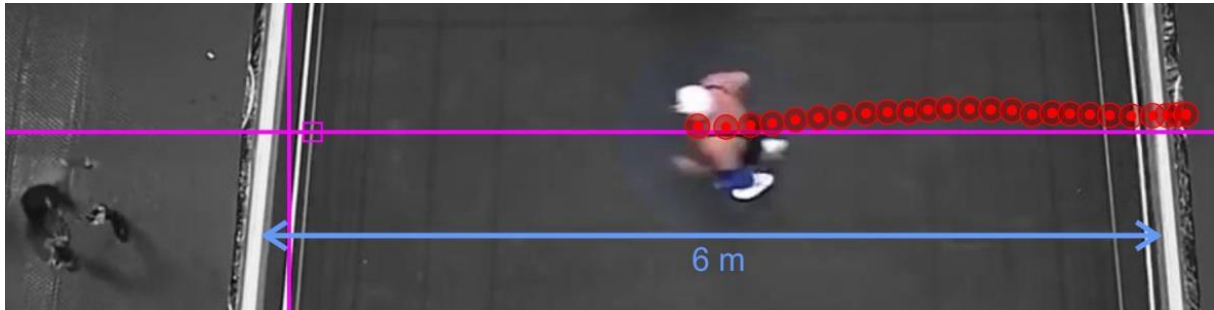


FIGURA 1. Escena cenital donde el luchador Atlantis prepara su lance entre segunda y tercera cuerda del cuadrilátero. Los puntos rojos marcan la trayectoria cuasi-recta de su carrera. También se exhibe la posición del eje coordenado y de la vara de calibración. Imagen editada por el autor.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra la curva típica del movimiento completo. Más aún, se marcan con rectas los ajustes lineales en las maniobras de los luchadores. Es decir, los siete luchadores, en las 15 escenas mostraron la misma tendencia: una carrera en sentido contrario del rival, el choque de espaldas con las cuerdas, y la continuación de la carrera para salir saltando del encordado.

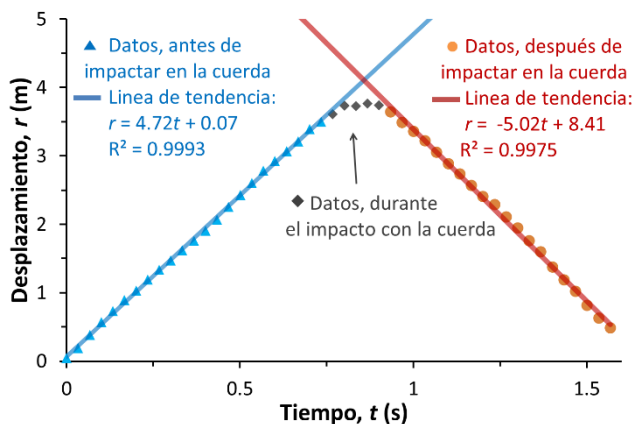


FIGURA 2. Gráfica del movimiento del luchador al correr. Los datos presentan tres etapas: 1) un comportamiento lineal creciente, donde el atleta corre hacia las cuerdas, 2) la presencia de una aceleración por el impacto del gladiador contra las cuerdas y 3) el deportista corre en dirección de su rival, antes de saltar e impactar sobre su contrincante. Figura del autor.

Así, de cada gráfica se obtuvieron dos ajustes lineales por el método de mínimos cuadrados [17]. Interpretamos la ecuación ajustada de la siguiente manera: el desplazamiento

es una función dependiente del tiempo $r(t)$, donde la pendiente representa la velocidad lineal v registrada durante ese lapso. Es decir, es una velocidad estadísticamente representativa de la serie de puntos. Mientras que la variable independiente r_0 indica que tan lejos comienza el registro de puntos respecto al origen del eje coordenado. Este dato es de poca importancia en el estudio biomecánico; pues a diferencia de la rapidez, es dependiente de la colocación del eje coordenado. En términos matemáticos lo podemos escribir de la siguiente manera:

$$r(t) = vt + r_0 \quad (1)$$

De tal modo, se obtuvieron dos velocidades una de ida (antes de chocar con las cuerdas) y otra de regreso (después de chocar con las cuerdas). Se calculó la rapidez antes y después de impactar con las cuerdas, también se registró los factores de correlación de los ajustes, así como el número de datos utilizados para cada cálculo, el equivalente en diferencia de tiempo del número de datos. Todo esto lo presentamos en la Tabla AI, que aparece en el apéndice de este documento.

Por otro lado, los datos que no pertenecen a las rectas son parte de una curva que contiene información sobre el cambio de velocidad en el tiempo. Es decir, de esta curva se puede obtener la fuerza con la que los luchadores impactan en las cuerdas para después continuar su maniobra. Su velocidad calculada inicial, al impactar en las cuerdas, disminuye a cero. Así, en la misma Tabla AI, también se muestra el tiempo en que la velocidad inicial disminuye hasta cero cuando el luchador interacciona con las cuerdas. Por razones metodológicas es importante mostrar la Tabla AI, puesto que permiten a otros investigadores repetir el proceso expuesto. Sin embargo, por la cantidad de datos este cuadro puede ser abrumador y confuso para algunos lectores que se inician en el análisis de datos. Por ello, en la Tabla I se presenta un

resumen de los datos más importantes obtenidos, los valores mínimos y máximos registrados.

Es conveniente explicar el significado de algunos datos de las Tablas AI y I. Por ejemplo, todos los tiempos de carrera registrados fueron significativamente inferiores a los 30 s. Los tiempos de carrera están lejos del umbral fisiológico en que se favorece la acumulación intramuscular de lactato, lo que se asocia con una disminución en la capacidad para sostener una velocidad constante debido a la fatiga metabólica [18, 19, 20]. Por otro lado, resaltar que se utilizó una cantidad suficiente de datos (10 como mínimo) para obtener las líneas de tendencia [17]. Los factores de correlación muestran que el ajuste es adecuado, en el peor de los casos se registró un ajuste con casi $R^2 = 0.97$, mientras que se obtuvieron más de quince ajustes que superan el valor de $R^2 = 0.999$ en la correlación. Recordando que el valor ideal del factor de correlación es uno; podemos afirmar que los ajustes lineales representan un buen modelo del movimiento en carrera de estos luchadores [17]. Más aún, tanto por la trayectoria (comprobable visualmente en el video) como por el buen ajuste del modelo lineal de la Ec. 1, podemos afirmar

que la velocidad es constante, por lo que en cada etapa de la carrera del luchador corresponde a un movimiento rectilíneo uniforme.

Después de reordenar los datos, se calculó el promedio de la rapidez (después de impactar en la cuerda), así como la desviación estándar por cada luchador; presentando la información de mayor a menor. Incorporando la edad y la masa m de cada luchador, según los datos que proporciona la empresa promotora de luchas [4]. Además de calcular la energía cinética E_c antes del salto fuera del ring ($E_c = \frac{1}{2}mv^2$). La Tabla II exhibe esa información con los valores mínimo y máximo resaltados en negritas.

De la Tabla II se observa que la energía cinética alcanza valores de 0.60 a 1.36 kJ. Comparando estas cifras con otras actividades deportivas se aprecia mejor su significado [10, 21]. La Tabla III muestra diferentes actividades y los parámetros físicos correspondientes. Se observa que, dentro del orden de magnitud, son coherentes con los valores calculados. Es decir, las energías son inferiores a algunas actividades de alto impacto, pero son muy superiores a movimientos cotidianos, como el acto de caminar [21].

TABLA I. Datos extremos obtenidos de las mediciones al realizar ajuste a rectas.

Parámetro	Registro mínimo	Registro Máximo
Rapidez antes de las cuerdas (m/s)	3.67	5.66
Rapidez después de las cuerdas (m/s)	4.14	5.93
Factor de correlación, R^2	0.9742	0.9996
Número de datos para los ajustes lineales	10	33
Tiempo de carrera (s)	0.66	1.089
Tiempo de frenado con las cuerdas (ms)	50	200

TABLA II. Datos promedio de los luchadores al realizar la maniobra de salto entre segunda y tercera cuerda. Algunos nombres de luchadores cuentan con las siguientes anotaciones: **1)** Para realizar un promedio, recuperamos la medición de la rapidez (4.44 m/s) del luchador que publicó el autor en su blog personal [14]. Solo con el fin de presentar más información representativa. **2)** En realidad, el luchador no salta para salir del ring, él realiza un deslizamiento con las piernas hacia adelante. Además, por el momento, solo contamos con una escena de su maniobra. Por ello, consideramos dejarlo parcialmente fuera de la lista.

#	Nombre del luchador	Edad (años)	Masa (kg)	Promedio de la rapidez (m/s)	Desviación estándar	Energía cinética (kJ)	Fuerza máxima en las cuerdas (kN)
1	Volador Jr.	35	87	5.26	0.50	1.36	1.60
2	Máscara dorada	28	80	5.10	1.07	0.91	1.89
3	La máscara	33	92	4.94	0.19	1.02	1.69
4	Carístico ¹	33	75	4.87	0.61	1.07	2.56
5	Xtreme Tiger	35	70	4.90	0.18	1.12	1.87
6	Atlantis	54	89	4.48	0.39	0.60	1.14
7	Último guerrero ²	44	95	5.25	—	1.31	2.08

A. Sobre la fuerza en la colisión

Se estimó la fuerza máxima ($F = m \cdot \Delta v / \Delta t$) que experimentan los luchadores al chocar contra las cuerdas del ring, como una parte del movimiento que termina con su salida del encordado. Esta cifra considera la masa y la velocidad del luchador, además del tiempo registrado de interacción con las cuerdas, ver Tabla IA. Así, la fuerza máxima que experimentaron los gladiadores fue de 2.56 kN, valor muy inferior al que puede causar una fractura particular: ~50 kN [22]. Siendo así, esta comparación nos ubica en el evidente contexto, como se observa en los videos: el choque contra las cuerdas no causa daño en los atletas. Con todo se puede complementar este estudio con experimentos o análisis que consideren que la masa es una estimación, por ejemplo utilizando método Montecarlo, como se ha reportado en otros trabajos [23].

B. El impulso con las cuerdas

Finalmente, en el 53 % de las escenas los luchadores aumentan su rapidez después de impactar en las cuerdas. Esto significa que no aumentan su velocidad por efecto físico de la colisión con la cuerda elástica. De lo que se infiere, ellos aumentan o disminuyen su velocidad por voluntad propia.

Posiblemente toda la maniobra es parte de su entrenamiento, donde ellos mismos requieren un tiempo suficientemente amplio para ejecutarla correctamente, además de brindar elementos espectaculares a su afición. Este comportamiento de ejecución explicaría porque aparece una peculiar “uve” invertida como gráfica del movimiento completo del luchador.

IV. SOBRE ÉTICA DE DATOS PERSONALES EN VIDEOS PÚBLICOS

Coincidimos plenamente en que toda investigación que involucre a personas debe considerar los principios éticos correspondientes. En el presente estudio no se realizaron grabaciones propias, entrevistas, experimentos, ni interacciones directas con los atletas. El análisis se ejecutó únicamente utilizando material audiovisual de acceso libre, disponible públicamente en la plataforma YouTube, subido por canales que cuentan con autorización para transmitir dichos encuentros deportivos. Estos videos son parte de espectáculos públicos, grabados y difundidos con fines de entretenimiento, y en ellos los luchadores participan en calidad de figuras públicas. Más aún, ellos interpretan personajes.

De acuerdo con guías internacionales de ética en investigación y con la definición de investigación con “datos secundarios de dominio público” (por ejemplo, la *Declaration of Helsinki*, el *U.S. Code of Federal Regulations* 45 CFR 46, y las recomendaciones de las recomendaciones del comité ética de la Escuela Nacional de Ciencias Forenses de la UNAM) [24, 25], el uso de material público en el que las personas no pueden ser identificadas más allá de su rol

profesional no requiere consentimiento informado adicional, siempre que:

1. No se revelen datos personales privados,
2. No se ponga en riesgo la integridad, seguridad o reputación de las personas analizadas,
3. No se manipule el contenido de forma que genere un contexto distinto al original.

En nuestro caso, los datos presentados derivan exclusivamente de parámetros físicos calculados (velocidad, energía cinética, fuerza estimada en cuerdas), sin juicios de valor sobre el desempeño o estado físico o de salud de los atletas. No se incluyen nombres completos, domicilios, datos médicos, ni ninguna información privada; únicamente se mencionan los nombres artísticos ya de dominio público. De hecho, muchos de los luchadores portan una máscara, lo que impide su identificación facial.

Este estudio limita a un análisis observacional no intrusivo en eventos públicos, por lo que reconocemos que estudios futuros que impliquen mediciones directas o material no público deberán gestionar la aprobación ética correspondiente y el consentimiento informado de los participantes.

TABLA III. Parámetros biomecánicos de otras actividades físicas [21, 22, 26], que permiten comparar los resultados obtenidos con los luchadores.

<i>Deportista</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Rapidez (m/s)</i>	<i>Energía (kJ)</i>
Jugador de futbol americano	90	7.6	2.60
Velocista olímpico en <i>sprint</i>	63.5	10.6	3.57
Caminata normal	70	1.4	0.07

V. CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA

Este estudio constituye un primer acercamiento sistemático al análisis biomecánico de una maniobra emblemática de la lucha libre profesional mexicana: el “tope suicida entre segunda y tercera cuerda”. A través de un procedimiento accesible —basado en video-análisis con software pedagógico gratuito— se obtuvieron parámetros físicos relevantes, como la rapidez promedio, la energía cinética y la fuerza ejercida en la interacción con las cuerdas.

Los resultados muestran que los luchadores pueden alcanzar rapidez cercanas a 6 m/s y energías cinéticas de hasta 1.36 kJ, magnitudes comparables con actividades deportivas de alto rendimiento y muy superiores a movimientos cotidianos. Asimismo, se estimó una fuerza máxima de 2.56 kN en la colisión con las cuerdas, valor muy por debajo de umbrales de lesión ósea, lo cual explica por qué la maniobra puede ejecutarse repetidamente sin consecuencias traumáticas aparentes. Un hallazgo adicional es que en más de la mitad de las escenas los atletas incrementan su velocidad tras el impacto, no por el efecto físico de la cuerda elástica, sino por decisión motora, lo que

sugiere un componente estratégico y de entrenamiento orientado al espectáculo.

Desde el punto de vista metodológico, se confirma la pertinencia de emplear videos públicos en línea y herramientas digitales abiertas como recurso didáctico y científico. Ello permite introducir a estudiantes en el análisis de movimientos complejos mediante conceptos fundamentales de la mecánica clásica —velocidad, energía y fuerza— en un contexto culturalmente significativo y motivador. De esta manera, la lucha libre puede fungir como puente entre la física, la biomecánica y la educación, facilitando la comprensión de la ciencia a través de fenómenos del entorno social cercano.

Finalmente, reconocemos que este trabajo es exploratorio y limitado a un conjunto reducido de escenas. Futuras investigaciones deberán incorporar técnicas instrumentales más precisas, ampliar el número de atletas y maniobras estudiadas, e integrar mediciones directas en entornos controlados. Con ello, será posible consolidar un campo de análisis biomecánico aplicado a deportes-espectáculo y, al mismo tiempo, enriquecer estrategias pedagógicas que promuevan el aprendizaje activo de la física y la valoración crítica de la cultura popular.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al financiamiento de los programas: UNAM-PAPIME- PE115519 y UNAM-CATIC-2025.

REFERENCIAS

[1] Glenday, D., *Professional wrestling as culturally embedded spectacles in five core countries: the USA, Canada, Great Britain, Mexico and Japan*, *Revue de Recherche en Civilisation Américaine* **4**, (2013). <https://journals.openedition.org/rca/548>

[2] Levi, H., *Sport and melodrama: The case of Mexican professional wrestling*, *Social Text*. **50**, 57-68 (1997).

[3] Gaceta Oficial de la Ciudad de México. Decreto por el que se Declara Patrimonio Cultural Intangible a la Lucha Libre en la Ciudad de México: p. 3-6 (2018), <https://www.cultura.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/0667-18>

[4] Consejo Mundial de Lucha Libre. Sitio Web Oficial del CMLL. [Online]; (2016). Acceso 10 de agosto de 2025. Disponible en: <http://cml.com/>.

[5] Criollo, R., Návar, J. X., Aviña, R., *¡Quiero ver sangre!: Historia ilustrada del cine de luchadores Ciudad de México*, (UNAM, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, México, 2018).

[6] Rodríguez, E. R., *El Santo vs. Mystery Science Theater 3000: Lucha Libre's Transnational Journey into American Popular Culture*, *The Velvet Light Trap*. **85**, 43-52 (2020).

[7] Internet Movie Database. IMBD, filmografía del Santo. [Online], (2025). Acceso 1 de 8de 2025. Disponible en: http://www.imdb.com/name/nm0763803/?ref=fn_al_nm_1

[8] Carle, M., *Olympic Wrestling and Angular Momentum*, *Physics Teacher* **26**, 92-94 (1988).

[9] Gianino, C., *Physics of Karate: Kinematics analysis of karate techniques by a digital movie camera*, *Latin-American Journal of Physics Education* **4**, 5 (2010).

[10] Izquierdo, M., *Biomecánica y Bases Neuromusculares de La Actividad Física y El Deporte*, *Cult. Cienc. Deporte* **5**, 57-58 (2010).

[11] Hong, Y., Brüggemann, G. P., *A three dimensional simulation model for the development of new airborne movements in gymnastics, diving and acrobatics*, *Journal of Biomechanics* **25**, 777 (1992).

[12] Villacreses-Zambrano, J. P., Rosado-Cusme, K. A., Cevallos-Reyes, C. B., *Tracker para la enseñanza de la Física I: una experiencia con estudiantes de educación superior*, *MQRInvestigar* **8**, 5765-5779 (2024).

[13] Santillán, J. J. P., Brito, J. L. S., *Efectividad del uso de la herramienta Tracker en la enseñanza universitaria de física: una revisión sistemática*, *Reincisol* **3**, 6148-6168 (2024).

[14] Torres, V., *Carístico alcanza los 4.4 m/s cuando hace un tope suicida*. [Online]; (2015). Acceso 10 de agosto de 2025. Disponible en: <https://vicente1064.blogspot.com/2015/12/caristico-alcanza-los-44-ms-cuando-hace.html>.

[15] Compañía Lucha Libre Elite. <https://www.youtube.com/@LigaEliteLucha>. [Online]; (20169). Acceso 10 de agosto de 2025. Disponible en: <https://www.youtube.com/@LigaEliteLucha>.

[16] Brown, D., *Tracker, web start video experiments*. [Online]; (2009). Acceso 10 de agosto de 2025. Disponible en: <https://opensourcephysics.github.io/tracker-website/>.

[17] Baird, D. C., *Experimentation an Introduction to Measurement Theory and Experiment Design*. 3rd ed. (Creative Media Partners, México, 2021).

[18] Haase, R., Dunst, A. K., Nitzsche, N., *Blood lactate accumulation during maximal cycling sprints and its relationship to sprint performance characteristics*, *European Journal of Applied Physiology* **125**, 2197–2207 (2025).

[19] Meixner, B. J., Nusser, V., Koehler, K., Sablain, M., Boone, J., Sperlich, B., *Relationship of peak capillary blood lactate accumulation and body composition in determining the mechanical energy equivalent of lactate during sprint cycling*, *European Journal of Applied Physiology* **124**, 3399-3407 (2024).

[20] Ji, S., Keller, S., Zwingmann, L., Wahl, P., *Modeling lactate threshold in young squad athletes: influence of sex, maximal oxygen uptake, and cost of running*, *European journal of applied physiology* **123**, 573-583 (2023).

[21] Knudson, D., *Fundamentals of Biomechanics*, 3rd ed. (Springer, USA, 2021).

[22] Piña Barba, M. C., *La física en la medicina*, (Fondo de Cultura Económica, México, 2013).

[23] Torres, V., *Videoanálisis y técnica Monte Carlo para calcular la cota máxima de la fuerza de una patada*, *Cultura Científica y Tecnológica* **19**, 7 (2022).

[24] Comité de Ética de la ENaCiF. *Recomendaciones del Comité de Ética de la ENaCiF para las actividades de enseñanza y divulgación*. Ciudad de México: UNAM, Escuela Nacional de Ciencias Forenses.

[25] Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM – *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*.
[26] Mego, C. L., Parada, D. L., *Modelación matemática en el aula: La velocidad de atletas de alto rendimiento en una carrera de 100 metros*, RIME **1**, 39-67 (2024).

APÉNDICE A

TABLA A1. Datos obtenidos de las mediciones de la carrera de luchadores. Tabla elaborada por el autor.

Evento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Luchador	Volador Jr.			Máscara dorada		Xtreme Tiger		La máscara		Carístico		Último Guerrero		Atlantis	
Antes de las cuerdas															
Rapidez (m/s)	5.59	4.83	4.2	3.3	4.78	-	5.66	4.71	4.7	4.21	5.34	5.25	4.03	3.78	3.67
R ²	0.9987	0.9996	0.9979	0.9742	0.9976	-	0.9989	0.9993	0.9994	0.9968	0.9964	0.9995	0.9999	0.9978	0.9996
Núm. puntos	26	38	48	27	28	-	20	46	38	22	34	24	38	31	20
Lapso (s)	0.858	1.254	1.584	0.891	0.924	-	0.66	1.518	1.254	0.726	1.122	0.792	1.254	1.023	0.66
T. en curva (s)	0.363	0.242	0.212	0.424	0.121	-	0.212	0.272	0.242	0.091	0.242	0.181	0.272	0.363	0.242
Después de las cuerdas															
Rapidez (m/s)	5.32	4.77	5.93	5.03	5.85	4.34	4.77	5.02	4.8	5.07	5.29	4.64	4.39	4.9	4.14
R ²	0.9992	0.9993	0.9989	0.9984	0.9993	0.997	0.9993	0.9975	0.9993	0.9977	0.9958	0.998	0.999	0.9994	0.9994
Núm. puntos	32	42	54	28	20	23	36	40	34	29	26	36	38	33	25
Lapso (s)	1.056	1.386	1.782	0.924	0.66		1.188	1.32	1.122	0.957	0.858	1.188	1.254	1.089	0.825