

Modelación matemática y computacional de la técnica de pateo Dollyo Chagui en el Taekwondo para la enseñanza y aprendizaje de la matemática.

Mathematical and computational modeling of the kicking technique Dollyo Chagui in Taekwondo for the teaching and learning of mathematics.

J-Julieth Suarez¹[0000-0002-2454-1122] and Jerson H Cardenas²[0000-0001-8157-8370]

¹ Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia

² Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia

Resumen. El modelamiento matemático ha permitido dar respuesta a muchas problemáticas en diferentes ramas del conocimiento, en el campo de la biomecánica y el deporte también ha sido así, sin embargo, no se han abordado todo tipo de prácticas, por ello en esta investigación se analiza la técnica de pateo Dollyo Chagui en el Taekwondo y sus aportes en el ámbito escolar. Este artículo presenta una modelación computacional y experimental de videos grabados con taekwondistas y no taekwondistas por medio del software Tracker, donde a partir de estos resultados se halla una deducción matemática con el fin de lograr un código en C++ el cual permitirá aproximar la trayectoria de la patada a una función matemática con tan solo unas condiciones iniciales, este proyecto contribuirá en el aprendizaje significativo del estudiante en temas fundamentales tales como Teorema de Pitágoras, Funciones, análisis de gráficas, y en gran medida apoyar el saber adquirido en temas de Física.

Palabras Clave: Magnitud de Posición, C++, Tracker, Trayectoria, Patada Dollyo Chagui, Desplazamiento, Teorema de Pitágoras, Funciones.

Abstract. Mathematical modeling has allowed to answer to many problems in different branches of knowledge, in the field of biomechanics and sports has also been, however, has not addressed all types of practices. In this research is analyzed the technique of I kick Dollyo Chagui in Taekwondo and her articles in the school environment. This article presents a computational and experimental modeling of videos recorded with taekwondo and non-taekwondo players using Tracker software, where a mathematical deduction can be found from these results in order to achieve C++ code from the kick to a function. Mathematics with only the initial initials, this project will contribute to the student's significant learning in fundamental topics such as Pythagorean Theorem, Functions, graphic

analysis, and to a large extent supported the knowledge acquired in Physics subjects.

Keywords: Magnitude of Position, C ++, Tracker, Trajectory, Trajectory, Dollyo Chagui Kick, Displacement, Pitagoras of Theorem, Functions.

1 Introducción

La enseñanza de las matemáticas en los diferentes niveles de educación exigen al docente optar por alternativas diferentes a las tradicionales para el aprendizaje de los estudiantes, siempre se debe buscar hacer énfasis en aquellos temas que son la base de otros contenidos, así pues este proyecto pretende la comprensión del Teorema de Pitágoras, análisis de gráficos y funciones de una manera empírica, además se podría considerar el caso de incorporar esta investigación en el campo de la física, logrando así vincular la realidad del alumno con sus conocimientos teóricos. Este problema genera un gran interés investigativo ya que incorpora aspectos como el análisis de trayectorias e implementa saberes matemáticos en otros campos y en el mismo entorno de entrenamiento. Esto permitirá al docente disminuir las problemáticas existentes en la transferencia del conocimiento en matemáticas utilizando estrategias como la modelación matemática, quien Biembengut (2012) “desde su análisis distingue tres concepciones de modelación matemática: como método de enseñanza y de investigación, como alternativa pedagógica de la matemática y como ambiente de aprendizaje. Se piensa no solo en el esquema de enseñar matemáticas para poder aplicarlas, sino que se instala otro esquema, correspondiente a utilizar la modelación para el aprendizaje de las matemáticas o la generación de diversas capacidades u otros propósitos en la escuela”, fomentando la participación activa de los deportistas practicantes de artes marciales en la investigación y de los estudiantes en el aula de clase en la asimilación de conocimientos. La modelación matemática de este deporte permitirá llegar al estudiante por medio de una estrategia de aprendizaje alternativa al lápiz, papel y tablero, una gran ventaja se evidencia en los recursos tecnológicos mínimos requeridos para la implementación de dicha estrategia tales como un computador y un software libre como lo es Tracker, permitiendo aplicar este proyecto incluso en aquellas zonas donde no es posible acceder a internet y así abordar contenidos de matemáticas y física combinadas con un deporte, de esta manera el docente de matemáticas está cumpliendo con su deber de globalizarse haciendo uso de las TIC's en cualquier tipo de población.

2 Metodología

El trabajo actual requirió para el análisis de las trayectorias la colaboración de algunos practicantes y no practicantes de este deporte, los cuales fueron grabados ejecutando la patada Dollyo Chagui por medio de una cámara de video, posteriormente se pasaron dichos videos al software Tracker el cual facilita analizar la patada por medio de fotogramas, es decir se logró un estudio detallado y preciso del movimiento en instantes de

tiempo muy cortos. Además de una observación minuciosa a la patada Dollyo Chagui, Tracker ofrece muchas más herramientas.

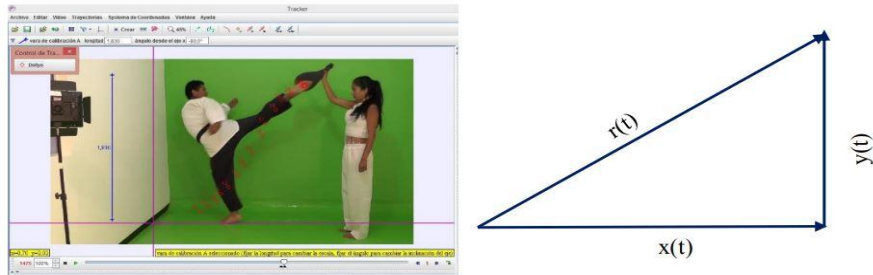


Fig. 1. Trazo de trayectoria patada Dollyo Chagui (Tracker) y relación pitagórica de funciones.
Fuente: Autores

El principal objetivo será el análisis de los ajustes a los desplazamientos que realiza la trayectoria de la patada en interés; un primer desplazamiento horizontal ($x(t)$) y un segundo desplazamiento vertical ($y(t)$) serán los primordiales en este estudio, visto de otra manera, se tienen dos componentes que el programa genera al realizar la trayectoria del movimiento; sin embargo, cabe la posibilidad de pensar en una tercera componente, a la cual llamaremos magnitud de posición ($r(t)$), la cual hace referencia a la norma del vector generado entre el origen del eje coordenado y el punto de posición en un instante dado (el eje coordenado se sitúa en el origen de la trayectoria trazada por la patada Dollyo Chagui), donde a partir de estas premisas y de la Figura 1 se puede asumir e interpretar las siguientes ecuaciones:

$$r(t)^2 = x(t)^2 + y(t)^2 \quad (1)$$

Como ya se mencionó, se resaltarán los ajustes generados por el programa. En la Figura 2 se evidencia el ajuste horizontal de una patada ejecutada por parte de un deportista y la Figura 3 muestra el ajuste vertical de la misma patada, se puede evidenciar que el ajuste $x(t)$ es cúbico, de la forma

$$x(t) = A_1 t^3 + B_1 t^2 + C_1 t + D_1 \quad (2)$$

Y el ajuste $y(t)$ de la forma

$$y(t) = A_2 t^2 + B_2 t + C_2 \quad (3)$$

Al reemplazar (2) y (3) en (1) se obtiene:

$$r(t) = \sqrt{A_1^2 t^6 + 2A_1 B_1 t^5 + (A_2^2 + B_1^2 + 2A_1 C_1) t^4 + 2(A_1 D_1 + B_1 C_1 + A_2 B_2) t^3 + (B_2^2 + C_1^2 + 2A_2 C_2 + 2B_1 D_1) t^2 + 2(C_1 D_1 + B_2 C_2) t + D_1^2 + C_2^2} \quad (4)$$

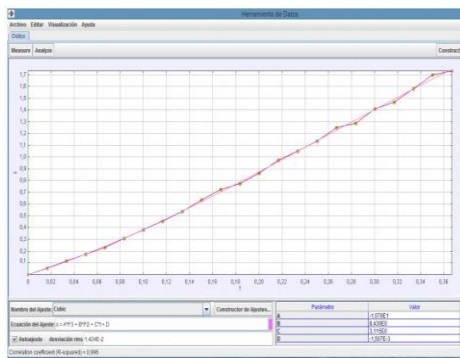


Fig. 2. Ajuste función $x(t)$ (Tracker). Fuente: Autores

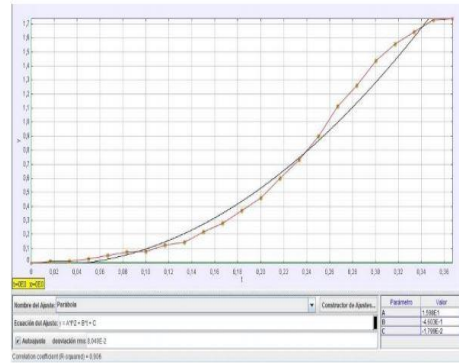


Fig. 3. Ajuste función $y(t)$ (Tracker). Fuente: Autores

Seguido a esto, se desarrolló un código en el lenguaje de programación C++ con la finalidad de generar datos que posteriormente se exportaron a un software graficador llamado Gnuplot y así comparar la gráfica generada por el código con la trayectoria generada por Tracker. Como consecuencia de esto surge la necesidad de generalizar las expresiones que harían parte de las funciones de entrada al modelo, por consiguiente se construyeron las siguientes expresiones:

$$2.1 \quad y(t) = A_2 t^2 + B_2 t + C_2$$

Se consideraron dos puntos para la construcción de las variables A_2 , B_2 , C_2 Sean son los puntos $P_1(0,0)$ y $P_2(t_f, y)$ donde t_f es el tiempo que tarda en llegar la superficie de impacto el pie al final de la trayectoria trazada y y la distancia. Dado a que es una función cuadrática que pasa por el origen podemos deducir que:

$$y(t) = \frac{y}{t_f^2} t^2 \quad (5)$$

Por lo tanto, tenemos que $A_1 = \frac{y}{t_f^2}$, $B_1 = 0$, $C_1 = 0$

$$2.2 \quad x(t) = A_1 t^3 + B_1 t^2 + C_1 t + D_1$$

De manera similar $x(t)$ ya que es una función cúbica pasa por el origen podemos deducir que

$$x(t) = \frac{x}{t_f^3} t^3 \quad (6)$$

Por lo tanto, tenemos que $A_1 = \frac{x}{t_f^3}$, $B_1 = 0$, $C_1 = 0$, $D_1 = 0$.

A partir de estos resultados computacionales será mucho más factible pensar en una modelación matemática, así como en la creación de un sistema de control (Zaballa, Marcaida) con una combinación de componentes (físicos o conceptuales) que actúan juntos y realizan un objetivo determinado [2].

3 Conclusiones:

3.1 Caso 1:

Modelación de la patada Dollyo Chagui ejecutada por un practicante de Taekwondo cinturón negro primer Dan, se tuvo en cuenta los ajustes de $x(t)$ e $y(t)$, donde Tracker arrojó los siguientes valores:

Variable	Valor
A_1	-10.7
B_1	8.43
C_1	3.115
D_1	-0.0015
A_2	15.98
B_2	-0.4603
C_2	-0.1799
t_f	0.38 s

Table 1. Valores caso 1. Fuente: Autores

Al reemplazar los valores en el código de C++ y superponerlo con los puntos de trayectoria proporcionados por Tracker como se puede observar en la figura 5 (línea continua: modelo generado por C++, Puntos de trayectoria: valores generados por Tracker).

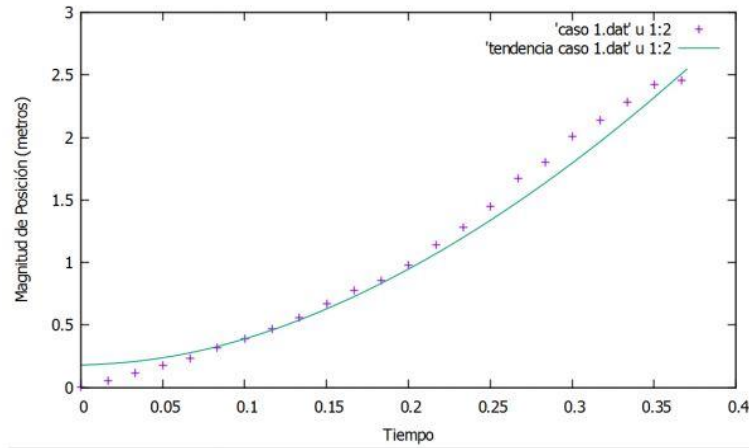


Fig. 4. Gráfica de datos $r(t)$ y respectivo ajuste Caso 1. Fuente: Autores

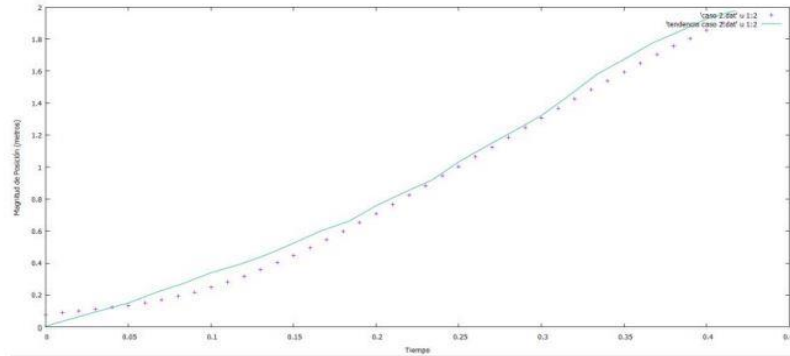
3.2 Caso 2:

Se realizó una modelación de una patada ejecutada por un practicante de Taekwondo principiante con las siguientes tablas de valores:

Variable	Valor
A_1	-35.97
B_1	24.92
C_1	-0.7331
D_1	-0.03574
A_2	4.792
B_2	1.073
C_2	0.06856
t_f	0.42 s

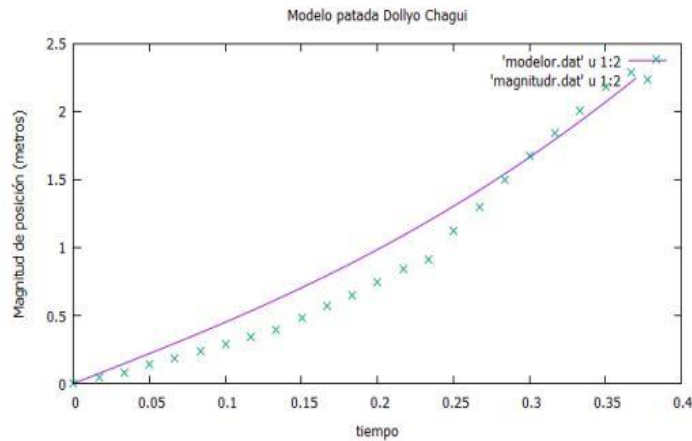
Table 2. Valores modelo 2. Fuente: Autores

Nuevamente se implementa el código de C++ y se modelan los datos del modelo planteado con la trayectoria generada por el programa Tracker, tal y como se puede ver en la Figura 5.



3.3 Caso 3:

El objetivo principal de dicho artículo es trazar la trayectoria de la patada con tan solo unas condiciones iniciales, a partir de la metodología utilizada, podemos plantear para el siguiente caso. Se situó a un practicante de Taekwondo de grado avanzado a una distancia horizontal $x = 1.68 \text{ m}$ situando un elemento que será el objeto a golpear a una altura $y = 1.70 \text{ m}$. El tiempo que demora en impactar el instrumento fue de $t_f = 0.384 \text{ s}$. A partir de las deducciones encontradas anteriormente, nos dirigimos al código de C++ para graficar la trayectoria, luego se realizó el trazado de la patada en Tracker y así validar la metodología empleada, comparando ambos trazos.



4 Conclusiones

A partir de los resultados del caso 3 podemos concluir que para la aproximación u optimización de la patada Dollyo Chagui se requiere conocer las siguientes tres variables iniciales: Distancia horizontal del deportista al objeto a golpear (considerado como el desplazamiento $x(t)$), altura del objeto a golpear medida desde la misma base en línea recta donde se encuentra ubicado el golpeador (considerado como el desplazamiento $y(t)$) y por último el tiempo que demora la persona en impactar el objetivo, de esta manera al introducir dichas condiciones iniciales en el código de C++ que contiene la función $r(t)$, se logra generar la trayectoria de la patada Dollyo Chagui. Tracker como herramienta de análisis resultó siendo un excelente programa que nos brindó una visualización de las patadas y su trayectoria. Se observó que generan una curva de tendencia al coeficiente de correlación, por lo tanto el análisis se puede facilitar respecto a los sistemas dinámicos. Así mismo nos da la posibilidad de ajustar un movimiento a una expresión matemática conocida, arrojando constantes que nos guiarán en la conformación de un código en C++ y así lograr predicciones sobre la ejecución de las patadas, tales como alcance máximo, duración de la patada, velocidad, aceleración, entre otros. El software C++ logró comprobar que los ajustes realizados en Tracker se acercaron a la trayectoria del movimiento de manera satisfactoria, y es útil con tan solo dar unos cuantos valores o condiciones iniciales tales como la altura del deportista y el tiempo de ejecución empleado en la patada, encontrando así la altura máxima de la patada, es de recalcar que en las técnicas de pateo del Taekwondo, siempre lo primordial será realizar la técnica de manera que se vea bella, fuerte, y lo más importante que logre golpear su objetivo sin interesar que tan lejos se encuentre, todo ello será fructífero para los deportistas del taekwondo, pues a la hora de combatir podrán calcular una distancia media o de ejecución en la cual pueden lanzar su patada y así lograr golpear a su contrincante, y de esta manera se está logrando la optimización de la trayectoria de la técnica Dollyo Chagui. La metodología utilizada en el presente artículo no solo logra que el deportista optimice las patadas a la hora de combatir, sino que también ha tenido como finalidad vincular el mundo del deporte con el de la matemática, la informática, la biomecánica y otras ramas del conocimiento. De seguro que aquel practicante del taekwondo que logre detallar los errores que comete en su combate podrá mejorar sus técnicas y así lograr la belleza, perfección y fuerza que requiere este arte marcial. Además, para un próximo estudio es posible pensar en relacionar la trayectoria de la ejecución de la patada Dollyo Chagui con algún otro tipo de técnicas en este mismo deporte, y así comparar las aproximaciones que se han generado. También se podría llevar este proyecto a zonas donde el acceso a objetos virtuales de aprendizaje es escaso, logrando analizar la eficacia que tiene este estudio en el aprendizaje de las matemáticas y su correcta aplicación en la realidad. Actividades de este tipo generara en el estudiante un espíritu investigativo, un análisis profundo de lo que el docente le enseña en clase, se vinculara en el mundo del deporte e interactuara con otro tipo de mundo, ya que el Taekwondo pertenece a otro tipo de cultura, entonces desde el campo de la matemática se traería multiculturalidad al aula de clase, concluyendo así que este tipo de empresas sería una excelente estrategia para la formación personal e intelectual del alumno el aceptar y comprender la relación entre el mundo exterior y la escuela.

Referencias

1. Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. Editora Contexto.
2. Borba, M. C., & Villarreal, M. E. (2005). *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking*. New York: Springer.
3. Torres I., (2009). Estudio sobre parámetros mecánicos y autoeficacia física percibida en la patada ‘Dolio Chagui’ de Taekwondo. (Tesis doctoral). Universitat de Valencia, Facultad de Medicina y Odontología, Departamento de Fisiología. Valencia. (p. 42). Extraído de: <https://www.tdx.cat/handle/10803/9923>
4. Marcaida, S. y Zaballa, I. Capítulo 1. Introducción ¿Qué es control? Teoría de Control. Recuperado de: <http://www.ehu.es/izaballa/Control/Apuntes/lec1.pdf> (p. 3).
5. Ministerio de Educación Nacional (1998). *Lineamientos curriculares. Área de Matemáticas*. Bogotá: Magisterio.
6. Villa-Ochoa, J. A. (2007). La modelación matemática como un proceso en el aula de matemáticas: un marco de referencia y un ejemplo, *Tecno Lógicas*, 19, 63-66.
7. Villa-Ochoa, J. A., Castrillón-Yepes, A., y Sánchez-Cardona, J. (2017). Tipos de tareas de modelación para la clase de matemáticas. *España Plural*, 18(36).
8. Villa-Ochoa, J. A., González-Gómez, D., y Carmona-Mesa, J. A. (2018). Modelación y Tecnología en el Estudio de la Tasa de Variación Instantánea en Matemáticas. *Formación Universitaria*, 11(2), 25–34. Doi: 10.4067/S0718-50062018000200025
9. Villa-Ochoa, J. A., y Berrío, M. J. (2015). Mathematical Modelling and Culture: An Empirical Study. In G. A. Stillman, W. Blum, & M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical Modelling in Education Research and Practice, International Perspectives on the Teaching and Learning* (pp. 241–250). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_19
10. Vera, J. y Díaz, L. (2015). Una perspectiva de la modelación desde la socioepistemología. *Relime*, 18(1) ,29. Extraído de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362015000100002
11. Izquierdo, M., (2008). *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. Madrid, España: Médica Panamericana. 2. Visualizado en: https://books.google.com.co/books/about/Biomecánica_y_bases_neuromusculares_de.html?id=F4I9092Up4wC&redir_esc=y
12. Ramos, H., (2002). *Lesiones en el Taekwondo: Incidencia y prevención* (Tesis para obtener el grado de Cinta negra 1er. Dan en Taekwondo). Moo Duk Kwan de México. Moo Duk Kwan “Imán”. México. Extraído de: <https://es.slideshare.net/mobile/gabogaby/tesis-tkd-hgrr-lesiones-en-el-taekwondo>
13. Prodanoff, F., (s.f.). *Física Unidad 4 Cinemática*. Seminario Universitario. Material para estudiantes. (s.f.). Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/360088336/Unidad-4-fisica-pdf>