

## Comparación Cinemática del Movimiento de Extremidad Inferior en Bateristas Principiantes y Avanzados: Un Estudio Piloto

Saul J. R.<sup>1</sup>, E. Mata<sup>1</sup>, A. Zamora<sup>1</sup>, A. Vega-Gonzalez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México

**Resumen**— El análisis cinemático mediante videogrametría puede tener un amplio campo de aplicación. Durante el presente trabajo se propone un protocolo para el análisis cinemático en bateristas utilizando materiales de bajo costo, lo cual lo haría accesible para aplicaciones posteriores. Como segundo objetivo el trabajo pretende exponer las características cinemáticas del miembro inferior que nos ayudan a distinguir entre bateristas principiantes y avanzados. Se logró la caracterización de movimientos que pueden servir como base para mejorar el desempeño del músico a un nivel de estudio piloto. Además se relacionó y aplicó el lenguaje musical para un estudio cinemático, lo cual facilitó interpretación de los resultados obtenidos, adquiriendo de este modo un análisis del desempeño de un músico experimentado.

**Palabras clave**— **Bateristas, Cinemática, Miembro Inferior, Videogrametría.**

### I. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de las características cinemáticas de actividades determinadas, pueden ayudarnos a elucidar componentes de dicho movimiento. Esto nos permite generar un análisis que puede ser la base para perfeccionar el desempeño de la persona que ejecuta la actividad, ya sea mejorando la técnica y/o evitando lesiones [1,2]. En particular la generación de música o el tocar algún instrumento musical está ligado al movimiento del cuerpo, postura adoptada, el instrumento empleado y el material con el que está construido, por mencionar algunos factores que afectan la expresión musical [3-6]. Recientemente hay un interés por caracterizar el desempeño de un músico a diferentes niveles y con diferentes instrumentos [4-7]. Sin embargo, la información aún es exigua y no se ha establecido una metodología estándar [7,8]. El presente trabajo busca identificar patrones significativos durante el golpe del pedal en el bombo en bateristas avanzados, pudiendo ser estas, características que ayuden a optimizar el desempeño de bateristas principiantes [9]. Además, se pretende plantear una metodología implementada mediante materiales de bajo costo fácilmente reproducible.

La técnica Heel Up es una técnica comúnmente utilizada por bateristas que consiste en elevar el miembro inferior y dejar caer la extremidad sobre el pedal golpeando a este último con la punta del pie (Fig. 1). La técnica es conocida debido a la intensidad del sonido generado.

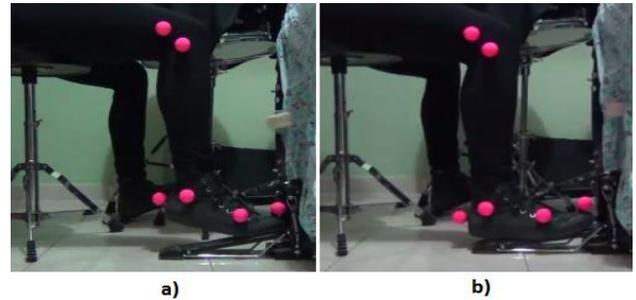


Fig 1. Visualización de la técnica heel Up, a) Extremidad Elevada, b) Extremidad relajada durante golpe al pedal.

Además, es una técnica recomendada a principiantes debido a que es más fácil adquirir velocidad en el golpeo.

### II. BREVE INTRODUCCIÓN A LA NOTACIÓN MUSICAL.

Comenzaremos denotando que la música se escribe en un pentagrama, el cual podemos definir como un conjunto de cinco líneas horizontales que son muy útiles para la escritura en el área de la música (Fig. 2). Para nuestra finalidad, cada espacio en el pentagrama nos indica una sección de la batería que debe ser manipulada, las tres secciones que utilizaremos aquí se indican en la Fig. 2.

Lo esencial del ritmo en la música se lo debemos a la duración de las notas. Su duración relativa en tiempo está determinada por la forma de la nota y el valor del compás el cual se indica como una fracción al inicio de cada partitura.

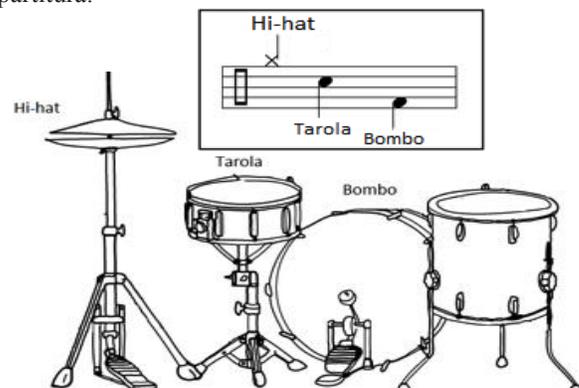


Fig. 2. Especificación de las secciones en la batería que deben ser manipuladas según el espacio indicado en el pentagrama. Modificada de [13].

La suma del valor de las notas debe ajustarse al compás indicado en un principio. La tabla 1 indica el valor de las notas utilizadas para nuestros fines considerando un metrónomo a 60 bpm.

Dada la combinación de teoría presentada en esta sección es posible comprender la partitura ejecutada durante nuestro experimento, la cual se presenta posteriormente en la sección IV.

### III MATERIALES Y METODOS

Actualmente una de las técnicas más utilizadas para el análisis cinemático es el uso de la videogrametría. El aspecto de mayor relevancia durante el proceso de adquisición de datos es el protocolo de detección de los puntos anatómicos adecuados para el posicionamiento de marcadores, por lo que durante nuestro desarrollo experimental fue adoptado el sugerido en [1].

Para detectar la trayectoria de nuestros marcadores colocados a nuestros sujetos de prueba se utilizó una cámara de video Sony HandyCam modelo HDRX250 con una configuración que nos permitía captar imágenes a 60 fps. El posterior análisis de videos fue realizado mediante el software libre *Tracker* versión 4.96, además de utilizar *RStudio* para graficar y promediar los datos. El flujo del proceso de manipulación de datos se muestra en la Fig. 3

Contamos con la participación de 2 sujetos, el primero, de 1.68m de estatura y 34 años de edad con 20 años de experiencia como instrumentista. El segundo, de 1.55m de altura y 21 años de edad con 2 meses de práctica musical.

### IV. METODOLOGÍA

Para estandarizar bajo los mismos criterios las diferentes variables de ejecución de los participantes se seleccionó el ejercicio de la Fig. 4 debido a que se considera de baja dificultad. Se identifica, por consecuencia, que los golpes que fueron ejecutados por el miembro inferior son los tres indicados en la sobre la primera línea. Entre los aspectos atractivos dicha partitura es que es posible analizar los golpes simples y múltiples, siendo ésta una de las características de interés en nuestro estudio. Dicho ejercicio se ejecutó teniendo como

TABLA I. FIGURAS Y VALORES DE NOTAS MUSICALES

Nombre	Figura	Valor	Duración <sup>1</sup> (s)
Blanca		1/2	2
Negra		1/4	1
Corchea		1/8	0.5

1. Se indica el valor en segundos considerando un metrónomo a frecuencia de 60 bps.

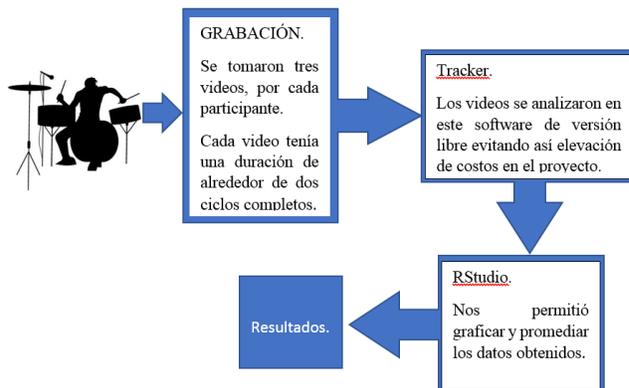


Fig. 3. Diagrama de flujo de obtención de datos.

referencia un metrónomo a una frecuencia de 60 bpm la cual nos permite recopilar adecuadamente la información relevante de las características técnicas de la ejecución, además de que es una frecuencia que no implica dificultades independientemente del nivel del participante. Tomando en cuenta el compás de la partitura, con esta frecuencia se espera que un ciclo completo se cumpla en 4 segundos.

Procedimos a la toma de videos de la extremidad inferior derecha procurando colocar los marcadores en la punta del pie, 5to. Metatarsiano, Maléolo lateral, Talón, Cabeza de peroné en el epicóndilo lateral del fémur. Se colocó la cámara a una distancia de 1.3 metros, y a una altura de 0.3 m tomando en cuenta la altura media de los participantes y la antropometría asociada al miembro inferior [1]. Se tomaron 3 videos por participante y se obtuvieron los trazos significativos de posición en dirección vertical y velocidad.

### V. RESULTADOS

Se presenta la dinámica temporal del maléolo lateral y la punta del pie.

#### A. Maléolo

La Fig. 5 muestra la dinámica temporal sobre el eje vertical y la Fig. 6 la velocidad de las muestras tomadas. Entre las características de interés se encuentra las tres curvas principales pertenecientes a los tres golpes indicados en la Fig. 4. Además podemos identificar en el sujeto experimentado (SE) un movimiento de amortiguamiento (sección gris Fig. 4 y 5) que no se identifica en el sujeto



Fig. 4. Partitura ejecutada durante nuestro desarrollo experimental.

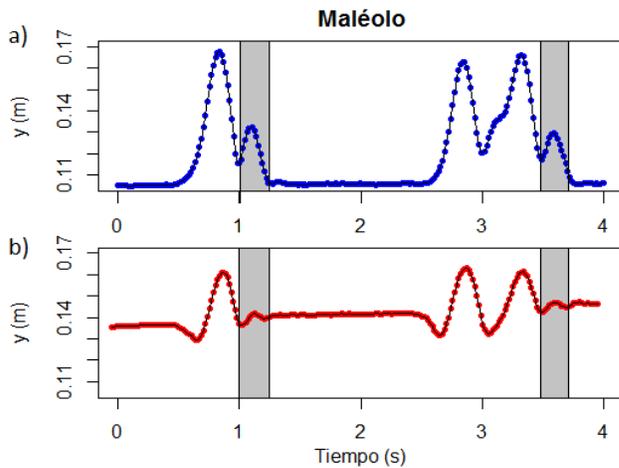


Fig. 5. Comparación del movimiento en el eje vertical del marcador posicionado en el maléolo de a) Sujeto avanzado (SA) b) Sujeto principiante (SP).

principiante (SP). Asociamos este movimiento de amortiguamiento como consecuencia de la ejecución suave del ejercicio, razón por la cual, dicha tendencia no se observa en el SP.

### B. Punta del pie

Para el SA observamos nuestros tres golpes con la particularidad de obtener posiciones menores a la posición de descanso (Fig. 7a). Esto debido a que el movimiento de elevación de la extremidad se ejecuta levantando primero la sección posterior de la planta del pie alzando en última instancia la punta del pie. Al mismo tiempo observamos que nuestro SP no posee la misma suavidad en los golpes, ya que la elevación de la planta del pie es similar en todos los puntos y comienza desde la posición de descanso (Fig. 7b). La gráfica de velocidad nos muestra los tres cambios abruptos pero suavizados por una oscilación preliminar en

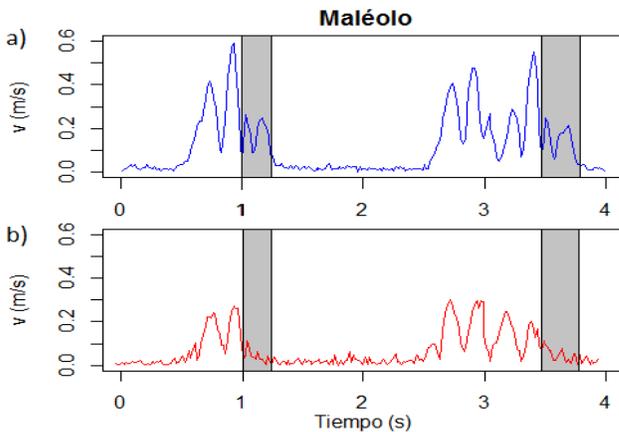


Fig. 6. Graficas de velocidad en el tiempo de marcador del Maléolo a) Sujeto avanzado (SA) b) Sujeto principiante (SP).

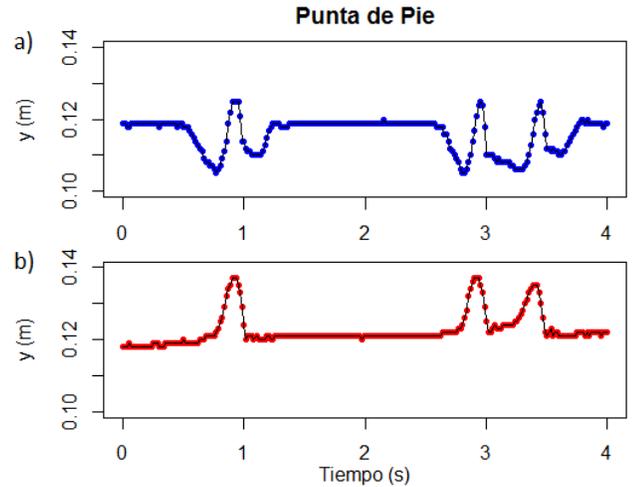


Fig. 7. Comparación del movimiento en el eje vertical del marcador posicionado en la punta del pie de a) Sujeto avanzado b) Sujeto Principiante.

nuestro SA (Fig. 8a), las cuales no se observan en el caso del SP (Fig. 8b). Las diferencias principales se resumen en la tabla II.

## VI. DISCUSIÓN

Mediante la observación detallada de los resultados, podemos observar como el SE ejecuta de manera más suave y efectiva el ejercicio. Esta afirmación se muestra en nuestra curva como una oscilación extra la cual podemos reconocer como una fase de amortiguamiento (Fig. 5a sección gris). Al realizar la comparación con el sujeto principiante SP observamos que carece de este movimiento o lo tiene en menor medida desarrollado debido a la falta de práctica (Fig. 5b). Se encontró diferencia durante los periodos de descanso, ya que el SA aprovecha dichos periodos para situar la extremidad relajada en el piso, el SP

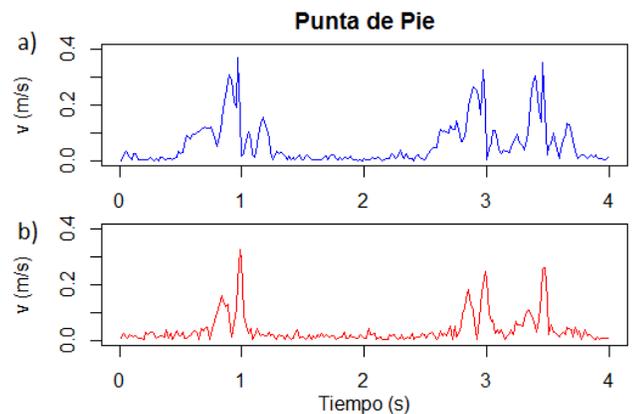


Fig. 7. Graficas de velocidad en el tiempo de marcador de la punta del pie a) Sujeto avanzado b) Sujeto principiante.

**TABLA II. RESUMEN DE ASPECTOS TECNICOS OBSERVADOS**

Marcador	Variable Cinemática	Aspecto Técnico Observado en Sujeto Avanzado	Aspecto Técnico Observado en Sujeto Principiante
Maléolo	Movimiento Vertical (eje y)	Ejecuta movimiento de amortiguamiento después de cada serie de golpes	No ejecuta movimiento de amortiguamiento o lo tiene poco desarrollado.
		Descansa la extremidad inferior en el piso después de cada serie de golpes.	Mantiene sostenida la extremidad elevada, sostenida por la punta del pie.
		Ejecuta el movimiento de manera práctica y efectiva.	Toma impulso antes de cada serie de golpes, además se observan vibraciones en el movimiento en fases de descanso.
	Velocidad	Las velocidades alcanzadas son de mayor magnitud (cerca de 0.6 m/s), esto suele influir en la intensidad del sonido.	Las velocidades alcanzadas son menores (Aprox. 0.3 m/s),
		Se observan las curvas de velocidad del movimiento de amortiguamiento.	Curvas de velocidad son solo de los golpes. No hay movimiento de amortiguamiento.
Punta del Pie	Movimiento Vertical (eje y)	El movimiento de ejecuta levantando primero la región calcaneal del pie y por último las falanges.	Toda la zona plantar se eleva al mismo tiempo.
	Velocidad	Se observa un movimiento suave seguido un pico agudo en cada golpe, indicando un cambio de velocidad en un tiempo prácticamente nulo.	Los cambios de velocidades suelen ser más suaves.
---	Aspecto General	Los movimientos son suaves, rápidos y efectivos, tal y como se espera de una persona con experiencia.	Se identifica cierta rigidez en los movimientos, esto debido a la falta de práctica o técnica empleada.

mantiene el talón elevado por lo que confirmamos que existe una rigidez asociada a la falta de experiencia.

En cuanto a la curva de velocidad de maléolo para nuestro SA, observamos velocidades mayores con hasta el doble de magnitud, seguidos de las curvas asociadas al movimiento de (Fig. 5ª gris).

El protocolo propuesto para el análisis cinemático de bateristas utilizando materiales de bajo costo nos presenta resultados que creemos, son suficientes para caracterizar las diferencias principales entre músicos avanzados y principiantes. Dicho protocolo aplicado a una población grande nos puede arrojar resultados para un estudio más profundo sobre las características que diferencian al músico en sus diferentes etapas de avance.

Las técnicas del análisis cinemático son ampliamente utilizadas en áreas del deporte, sin embargo, la aplicación de dichas técnicas en áreas artísticas aún tiene un gran campo de aplicación en el cual se podrían obtener resultados notables. El uso de herramientas tecnológicas de bajo costo aplicadas a estos campos puede ser de gran beneficio si existe una relación entre las personas que realizan el estudio y las que la llevan a la práctica.

## VII. CONCLUSIÓN

En la tabla II, se realiza un resumen de los aspectos técnicos que se identifican como diferencia entre participantes. El músico con experiencia, tiene dominado los movimientos necesarios para realizar sus actividades de

la manera más efectiva posible. Estos aspectos son adquiridos a base de la práctica cotidiana y la experimentación de otras técnicas de tal manera que con el paso del tiempo se adquiere un estilo característico y práctico. Los resultados que obtenemos ofrecen una base que puede ser útil para adquirir dicho estilo identificando los movimientos más eficaces, mejorando el desempeño del músico. Además se logró implementar un protocolo que nos permita estandarizar el análisis cinemático en posteriores estudios.

Como trabajo futuro, es posible realizar este estudio para una cantidad de sujetos más amplia con el objetivo de seguir identificando más aspectos relevantes en esta técnica, además de que es posible abordar otras extremidades y sus implicaciones en la misma actividad. Además, sería posible realizar el análisis aplicando otras técnicas como EMG.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] David A Winter, *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*, Fourth Edition, USA, 2009, John Wiley & Sons.
- [2] Amelia Ferro, Pablo Floría, *Biomechanical applications of sport training based on qualitative and quantitative analysis. A purpose of discus throwing, and quantitative analysis. A purpose of discus throwing*. International Journal of Sports Science, Vol. III, April 2007.
- [3] Cláudio L. Salvalaio, Fábio P. Silva, Alexandre S. Pinho, Mariana Pohlmann. Qualitative Evaluation of Physical Effort in Bass Drum Pedal Drive by Thermography Science and Technology. 2011; 1(1): 1-6
- [4] Dahl, S., Grossbach, M., & Altenmüller, E. (2011). Effect of dynamic level in drumming: Measurement of striking velocity, force, and sound

level. In Proceedings of Forum Acusticum (pp. 621-624). Danish Acoustical Society.

[5] Visentin et al. (2015), Unraveling mysteries of personal performance style; biomechanics of left-hand position changes (shifting) in violin performance. PeerJ 3:e1299; DOI 10.7717/peerj.1299

[6] Takuya Fujisawa Masanobu Miura Investigating a playing strategy for drumming using surface electromyograms, Acoust. Sci. & Tech. 31, 4 (2010)

[7] Bellisle, Rachel F. and Decker, Jessika, "The Biomechanics of Music Performance" (2017). Senior Honors Projects. Paper 564. <http://digitalcommons.uri.edu/srhonorsprog/564><http://digitalcommons.uri.edu/srhonorsprog/564>

[8] Sofia Dahl, Minh Song, Rolf Inge Godøy, Studying Movement Coarticulation in Drumset Performance. 1st International Workshop on Motor Learning for Music Performance MOTION2017, May 15, 2017, Aalborg University Copenhagen, Denmark.

[9] Dionisio Rodríguez-Esparragón, Oscar Jaén Domínguez, Jesús B. Alonso, Carlos M. Travieso-González, Francisco Eugenio González.

Una propuesta metodológica de apoyo a la enseñanza del trombón basada en proceso de señales. I Jornadas Iberoamericanas de innovación Educativa en el ámbito de las TIC. Las Palmas de Gran Canaria - 27-28 Nov. 2014

[10] Hugo Riemann, Teoría General de la Música, Primera Edición, España, 2005, Idea Books.

[11] J. Blades, J. Dean, *Como tocar la batería*, Sexta Edición, España, Marzo 2003, Editorial EDAF.

[12] Adriana Villa Moreno, Eduardo Gutiérrez, Juan Carlos Pérez Moreno, Consideraciones Para el Análisis de la Marcha Humana. Técnicas de Videogrametría, Electromiografía y Dinamometría, Revista Ingeniería Biomédica, Vol. 2, No. 3, Junio 2008.

[13] Anonim. (2017). AN ULTIMATE GUIDE TO DRUMMING FOR BEGINNERS. July 2017, de New Castle Drum Sitio web: <https://www.newcastledrum.co.uk/pages/an-ultimate-guide-to-drumming-for-beginners>