

Tipo de artículo : Artículo original
Recibido: 15-5-2025
Aceptado: 9-7-2025

Análisis biomecánico de la ejecución técnica de la figura ballet en atletas de la Natación Artística del equipo escolar de la EIDE de Villa Clara.

Biomechanical analysis of the technical execution of the figure ballet in athletes of the Artistic Swimming of the school team of the EIDE of Villa Clara.

Nathaly Palacio López¹, Juan Manuel Perdomo Ogando²

Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Cultura Física

¹Lic. en Cultura Física, Entrenador deportivo de Natación artística, nnatacionartistica@gmail.com; Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-8857-3509>; ²Doctor en Ciencias Pedagógicas, profesor Titular, profesor principal de Biomecánica, profesor principal de año académico, jpogando@uclv.cu; Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0786-885x>.

Resumen

La Natación Artística es un deporte acuático de arte competitivo y de élite en el mundo, en sus reglamentos no escapa la utilización de técnicas novedosas, destrezas y belleza en su ejecución, en los últimos años los resultados del equipo escolar de Villa Clara durante su participación en las competencias de carácter provincial y nacional no han sido satisfactorios, presentado dificultades en la ejecución de las figuras obligatorias y rutinas libres, aspectos importantes y de gran necesidad actual de perfeccionar; es por ello que la presente investigación estuvo dirigida a: la realización de un análisis biomecánico de la ejecución técnica de la figura obligatoria ballet, en atletas del equipo; en el cual, luego de la

aplicación de diferentes los métodos de investigación, las técnicas para la realización de estudios biomecánicos y con la ayuda de la aplicación del software para el análisis de movimiento, se logró determinar algunas características cinemáticas presentes en el comportamiento de dicha ejecución, resultando que las principales deficiencias de las atletas radican en la falta de control del cuerpo respecto a la horizontal con el agua, no logrando extender las piernas y evidenciando la necesidad de emplear una mayor fuerza en el punto cadera para no permitir su hundimiento; aspectos que valoraron las entrenadoras de gran utilidad y viabilidad para el mejoramiento de los resultados competitivos factibles para su utilización como elemento básico en la reorientación del entrenamiento, la preparación y el perfeccionamiento de la técnica en el equipo escolar de Villa Clara.

Palabras claves: Natación Artística, ejecución técnica, ballet

Abstract

Artistic swimming is a competitive and elite art water sport in the world, in its regulations the use of novel technique, skills and beauty in its execution does not escape, in recent years the results of the school team of the Villa Clara province in the provincial and national competitions they have not been satisfactory, presenting difficulties in the execution of the mandatory figures and free routines; important aspect and of great current need to perfect. The present investigation was directed to the realization of a biomechanical analysis of the technical performance of the mandatory figure ballet in two athletes of the team, in with the help of the application of the software for the analysis of movement, it was possible to determine some kinematic characteristics present in the behavior of said execution, the main deficiencies of the athletes in terms of the lack of control of the body with respect to the horizontal with the water, reason why they do not manage to extend the leg, which shows the need to apply a greater force at the hip point to not allow it to sink; aspects valued by the coaches of great utility for the improvement of the feasible competitive results for their use as basic elements in the reorientation of the training, the preparation and the improvement of the technique in the Villa Clara team.

Keywords: Artistic swimming, technical execution, ballet

Introducción

La Natación Artística (llamado Nado Sincronizado en el cuatrienio pasado) un deporte Acuático de arte competitivo, que combina diferentes técnicas e involucra además armonía y sincronización de los movimientos con música, desarrollando capacidades condicionales, flexibilidad y coordinativas como la fuerza, coordinación, ritmo, percepción, acrobacia y conciencia corporal etc. Es todo un componente expresivo del cuerpo que une todo lo técnico y lo artístico en un medio acuático.

Es calificada como la más moderna expresión de los deportes acuáticos, considerado por muchos autores como un arte que requiere de gran destreza, en el cual los movimientos son realizados buscando el atractivo estético, con un amplio sentido del equilibrio y del ritmo. Es importante que se ejecuten con precisión y limpieza, así, como un absoluto dominio del cuerpo dentro del agua.

El control de los movimientos se caracteriza por una gran complejidad, variedad y delicadeza, manifiesta gran capacidad física y fuerza muscular, fuerza que está indisolublemente ligada a la flexibilidad, precisa de una elevada estabilidad del aparato vestibular para la realización de giros rápidos y prolongados, es también de gran importancia la orientación en el espacio, además exige una dosificación exacta del esfuerzo muscular y de la capacidad respiratoria.

Una deficiencia actual es la disminución de la calidad de ejecución de las diferentes figuras a realizar por los atletas producto al déficit de trabajo respecto a los tipos de movimientos contemplados en ellas desde el entrenamiento.

Los resultados de la Natación Artística en los últimos años en las competencias provinciales y nacionales no han sido satisfactorios para el equipo escolar de la provincia Villa Clara, presentado dificultades en la ejecución de las figuras y rutinas libres.

El **objetivo general** es el análisis biomecánico del comportamiento de la ejecución técnica de la figura ballet en las atletas del equipo escolar de la Natación Artística de Villa Clara.

Metodología

Métodos:

- | Libro de Reglas de la Federación Internacional de Natación (FINA),
- | Programa de Preparación del Deportista de la Natación Artística en Cuba,
- | La convocatoria de la categoría escolar.
- | Investigaciones precedentes en las que se aborda la Natación Artística y la aplicación de la biomecánica.

Dentro de este método se realizó además una *Revisión Bibliográfica* y en ella fueron consultados:

- La observación:* fue empleada en varios momentos de la investigación durante varias sesiones de entrenamiento (2 sesiones), con el propósito de constatar la realización de la ejecución técnica la figura del ballet, para determinar los sujetos que se seleccionarían como muestra, y durante las sesiones de filmación.

Entrevista: se realizó a las entrenadoras y la comisionada nacional, para conocer sus necesidades e intereses, permitió recopilar la información, determinar la selección de las atletas para el estudio y procesamiento.

84

Para el estudio biomecánico se aplicó el procedimiento propuesto por Perdomo, et al., (2021) que consta de cinco pasos

- Paso 1: filmación mediante las cámaras, situadas frontal y lateralmente a la acción de saltar
- Paso 2: digitalización de las imágenes fotograma a fotograma
- Paso 3: sincronización de los datos obtenidos en cada una de las cámaras
- Paso 4: fase: obtención de resultados.
- Paso 5: procesamiento y análisis estadístico.

Donde:

La filmación biomecánica: se realizó cumpliendo los requerimientos de la investigación biomecánica, para poder realizar el análisis de la ejecución técnica de la figura del ballet con el uso del software informático, el cual se ajusta al análisis de movimientos y acciones deportivas; su aplicación posibilitó realizar el cálculo de diferentes magnitudes físicas que intervienen en la ejecución.

En la filmación se empleó una cámara, situada por el lateral de las nadadoras objeto de la investigación para captar la ejecución de la figura del ballet en todas las fases de la acción y la trayectoria.

Procesamiento de la filmación: permitió la selección de las mejores secuencias de la ejecución de la técnica realizada por las atletas para la aplicación del software, la determinación de las variables y la comparación con el patrón seleccionado.

Software para el análisis de movimientos: el mismo posibilitó la determinación de las magnitudes: ángulo del ballet, velocidad y aceleración de los aleteos y de la cadera, así como las trayectorias seguidas por las atletas durante la ejecución de la técnica.

Para la obtención de los resultados se tomó como patrón la propuesta:

- ┌ Convocatoria de Natación Artística Juegos Escolares. (2016-2020). Realizada por la Comisión Nacional de Natación Artística y la Federación Cubana de Natación. (La Habana).
- ┌ Video oficial entregado por la Comisión Nacional de Natación Artística y la Federación Cubana de Natación, en reunión nacional de entrenadores y jueces sobre la ejecución realizada por la selección mexicana.

La triangulación metodológica de los datos: su principio básico consistió en recoger y analizar los datos obtenidos a partir de la aplicación de diferentes métodos, con el fin de contrastarlos e interpretarlos y permitió verificar la correspondencia entre los datos obtenidos durante el diagnóstico y la ejecución; además, valorar los resultados para establecer las regularidades. Es aplicada fundamentalmente en el estudio de la información que se deriva del modelo referencial, el análisis y procesamiento del video, la aplicación del software y la ejecución real de las atletas.

Resultado y Discusión

Patrón referencial para la caracterización biomecánica.

Según la convocatoria de Natación Artística Juegos escolares. (2016-2020). Realizada por la Comisión nacional de Natación Artística y la Federación Cubana de Natación la Caracterización del Ballet está dado por: “desde

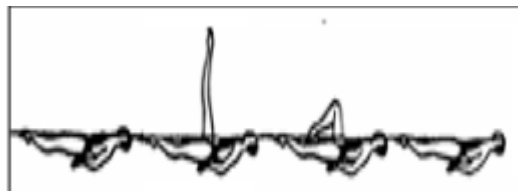


Ilustración 1: Natación Artística 2016 - 2020

la posición estirada de espalda, una pierna se eleva estirada a la posición pierna de ballet submarina. Se desciende la Pierna de ballet”. (GD 1.6)

Además, se emplea para la comparación de la ejecución el video oficial enviado como guía de observación de las figuras por la FINA, en el congreso de aprobación cuando comienza el ciclo, el cual fue entregado a la provincia por la Comisión nacional de Natación Artística y la Federación Cubana de Natación, en la reunión nacional de entrenadores y jueces; el mismo toma de base la ejecución realizada por la selección mexicana.

La acción de comparación entre el video y las ejecuciones nos permitió determinar variables y observar el nivel de las mismas.

Secuencia de las posiciones a analizar a partir del video:



Foto 1: Posición supina en la superficie del agua.



Foto 4: Ejecución de la posición de tub



Foto 2: Ejecución del ballet por encima del agua.



Foto 5: Ejecución de los aleteos en el momento del tub.



Foto 3: Ejecución del ballet por debajo del agua.

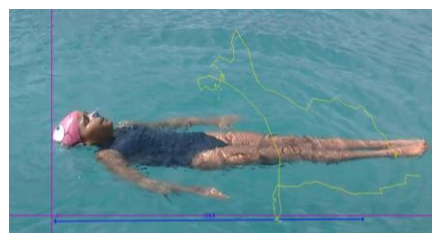
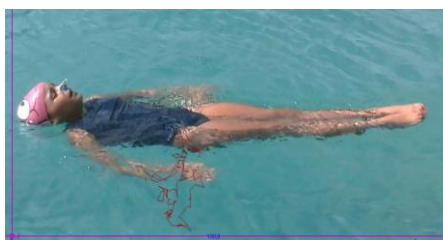


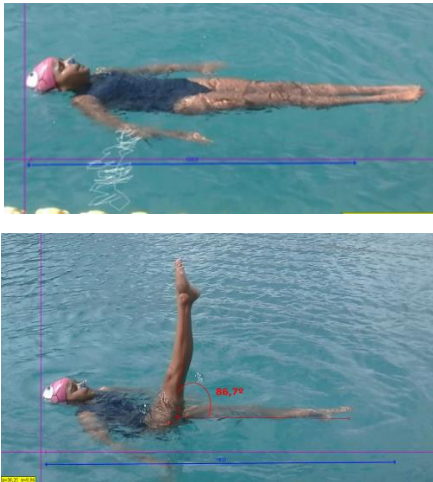
Foto 6: Ejecución de los aleteos en el momento de la supina.

- └ La posición de la nadadora al entra al agua es correcta porque se coloca de manera horizontal y cumple la relación cabeza, tronco y piernas en la superficie del agua,
- └ en la ejecución en la entrada del ballet no se efectúa ningún hundimiento y ejerce un ángulo de 90 grado siendo el correcto,
- └ en la ejecución del ballet por debajo del agua se observa que aumenta su frecuencia los aleteos en la mantención de dicha posición,
- └ en la ejecución del tub hasta la supina lo realiza en la superficie del agua sin hundimiento del cuerpo.

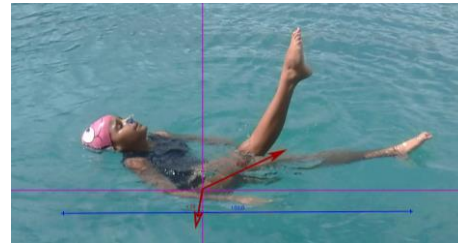
Análisis biomecánico y resultados obtenidos.

Atleta 1: Trayectoria de la cadera, codo derecho y tobillo derecho:





Angulo logrado 86. 7°

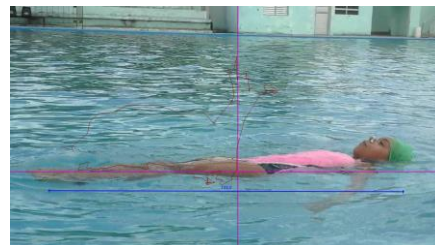
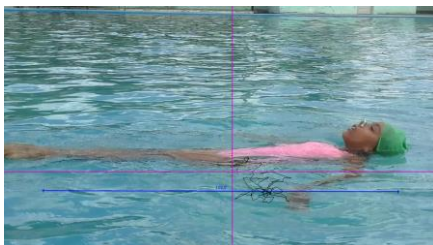


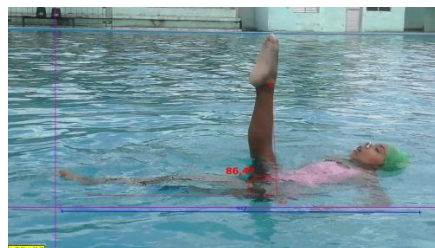
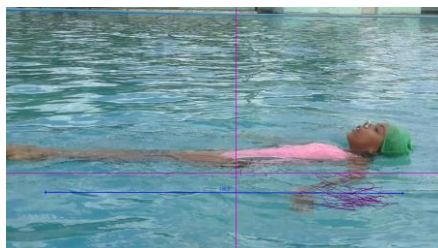
Momento de mayor fuerza (en el punto cadera).

Del análisis secuencial de la ejecución se aprecia que:

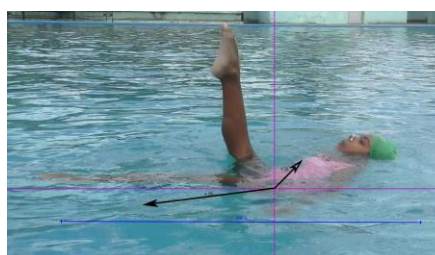
- ┌ La posición inicial de la nadadora al entrar al agua es incorrecta por no estar colocada de manera horizontal sobre la superficie del agua,
- ┌ el momento en que se ejerce una mayor fuerza sobre la cadera, es mientras va elevando la pierna a la posición del ballet,
- ┌ del análisis cinemático del movimiento se observa la presencia de un frenaje, el cual está claramente determinado por la contrariedad entre los vectores de la velocidad y la aceleración (V^- y a^+) en este punto. (la cadera),
- ┌ necesidad de aumentar la velocidad y la fuerza de los aleteos para lo cual debió aguantar la respiración para elevar la pierna,
- ┌ llega a la posición del ballet logrando un ángulo de 86, 7°. (El muslo no debe pasar del ángulo de 90°),
- ┌ no se logra en correspondencia con el modelo, mantener la barbilla debe estar arriba del agua.

Atleta 2: Trayectoria de la cadera, codo derecho y tobillo derecho.





Angulo logrado 86. 4°



Momento de mayor fuerza (en el punto cadera).



Del análisis secuencial de la ejecución se aprecia que es muy similar a la atleta 1, puesto que:

- ┌ la posición inicial de la nadadora al entrar al agua no es correcta por no colocarse de manera horizontal sobre su superficie,
- ┌ introduce (baja) demasiado la cadera lo que provoca el hundimiento del resto del cuerpo en la entrada del ballet,
- ┌ muy baja la pierna al realizar **el tub** hacia la supina,
- ┌ el momento en que se ejerce una mayor fuerza sobre la cadera, es mientras va elevando la pierna a la posición del ballet,
- ┌ del análisis cinemático del movimiento se observa la presencia de un frenaje, el cual está claramente determinado por la contrariedad entre los vectores de la velocidad y la aceleración (V- y a+) en este punto. (la cadera),
- ┌ necesidad de aplicación de una mayor fuerza en el punto cadera para mantener la posición,
- ┌ solo logra un ángulo de 86. 4° cuando el idóneo es de 90°,
- ┌ la barbilla sumergida cuando en correspondencia al modelo debe estar arriba del agua.

Se le aplican test para la figura ballet a ambas atletas, tanto en la etapa inicial del estudio como posterior a la discusión con las entrenadoras de las deficiencias detectadas a cada

atleta y para ello se reorienta el plan de entrenamiento. Y se procede a la elaboración del perfil de referencia para valorar el desarrollo de las habilidades para la ejecución del ballet en la categoría sub 12 años con una escala que permita otorgar calificaciones al comparar dicho desarrollo de habilidades con el perfil propuesto, para ello se utilizó el procedimiento que brinda Zatsiorski (1989) en el epígrafe 5.3 Normas, en el cual plantea que Norma es la magnitud límite que sirve para incluir al deportista en uno de los grupos de clasificación.

Se tiene en cuenta (según el propio autor) que entre los tipos de normas que se proponen, emplear la norma comparativa que tiene como base la comparación de las personas que pertenecen a un mismo universo y pueden elaborarse de los datos de las medias y los estándares.

En la valoración de los resultados obtenidos de la aplicación del procedimiento biomecánico, donde primeramente se comparan los resultados obtenidos con el patrón referencial explicado anteriormente para el estudio biomecánico, al no encontrarse referencias de estudios biomecánicos anteriores y posteriormente se realiza la comparación de los resultados obtenidos, con el prototipo o perfil de referencia determinados en la investigación.

Tabla 1.

Evaluación de indicadores a partir de resultados en los atletas

Atletas / Indicadores	Colocación del cuerpo en correspondencia a la superficie del cuerpo (cm)	Distancia de la cadera desde la superficie del agua al despegar (cm)	Posición de las caderas al realizar el movimiento (cm)	Ángulo del ballet (grados)
Patrón	0	5	8	90
Atleta 1	4	10	12	80.5
Atleta 2	1	7	9	89
Atleta 3	2	9	12	87.3
Atleta 4	3	6	13	85
Atleta 5	2	8	10	87.4
Atleta 6	1	6	9	91.5
Atleta 7	2	7	10	89.5
Atleta 8	4	11	13	80

Valor mínimo	1	6	9	80
Media	2	8	11	86
Valor máximo	4	11	13	92
Mediana	2.0	7.5	11.0	87.4
Desviación Estándar	1.19	1.85	1.69	4.17

Nota: fuente de inspiración propia

Para la elaboración de las normas para evaluar resultados de la aplicación del perfil de referencia para el dominio de la postura del cuerpo de la figura ballet en la categoría escolar de natación artística se asumen a Zatsiorski V. M. (1989), y se procede a partir de sumar a la media $1/2$, $1/4$ y $1/6$ de la Desviación Estándar y se determinaron los valores alto medio y bajo que serán comparados de manera individual con los sujetos objeto de estudio de la investigación

Tabla 2.

Normas para evaluar resultados de la aplicación del perfil de referencia para el dominio de la postura del cuerpo en la ejecución técnica de la figura ballet

Indicadores	N	Mean	SD	Alto + $1/2$ SD	Medio + $1/4$ SD	Bajo + $1/6$ SD
Colocación del cuerpo en correspondencia a la superficie del cuerpo (cm)	8	2	1.19	1.6	2.8	4.2
Distancia de la cadera desde la superficie del agua al despegar (cm)	8	8	1.85	6.9	8.5	11.4
Posición de las caderas al realizar el movimiento (cm)	8	11	1.69	9.8	11.4	13.3
Ángulo del ballet (grados)	8	86	4.17	93.6	87.3	80.8

Nota: fuente de inspiración propia

Tabla 3.

Resultados de la puesta en práctica del perfil de referencia para valorar el desarrollo de las habilidades para el dominio de la postura del cuerpo en la ejecución técnica de la figura ballet en la categoría escolar de natación artística

Atletas	Sexo	Colocación del cuerpo en correspondencia a la superficie del cuerpo (cm)	Calificación	Distancia de la cadera desde la superficie del agua al despegar (cm)	Calificación	Posición de las caderas al realizar el movimiento (cm)	Calificación	Ángulo del ballet (grados)	Calificación
1	F	4	M	10	R	12	R	80.5	M
2	F	1	B	7	R	9	B	89	B
3	F	2	B	9	R	12	R	87.3	R
4	F	3	R	6	B	13	M	85	R
5	F	2	B	8	R	10	R	87.4	R
6	F	1	B	6	B	9	B	91.5	B
7	M	2	B	7	R	10	R	89.5	B
8	M	4	M	11	M	13	M	80	M
Resultado promedio		3	R	8	R	11	R	86	R

Fuente: elaboración propia

De la puesta en práctica del perfil de referencia es posible valorar el desarrollo de las habilidades de cada atleta en cuanto al dominio de la postura del cuerpo en la ejecución técnica de la figura ballet como, por ejemplo:

- La atleta 1 en la colocación del cuerpo en correspondencia a la superficie del cuerpo (cm) 4 tiene una calificación de M, distancia de la cadera desde la superficie del agua al despegar (cm) 10 tiene una calificación de R, posición de las caderas al realizar el movimiento (cm) 12 tiene una calificación de R, ángulo del ballet 80.5 tiene una calificación de M.
- La atleta 2 en la colocación del cuerpo en correspondencia a la superficie del cuerpo (cm) 1 tiene una calificación de B, distancia de la cadera desde la superficie del agua al despegar (cm) 7 tiene una calificación de R, posición de las caderas al realizar el movimiento (cm) 9 tiene una calificación de B, ángulo del ballet 89 tiene una calificación de B.

Y sucesivamente el resto del equipo lo cual propicia al entrenador tener un conocimiento real de la situación actual del equipo de Natación artística de la EIDE

provincial "Héctor Ruiz Pérez" de Villa Clara, y poder reajustar los planes de entrenamiento para el mismo.

Conclusiones

1. Con el análisis biomecánico se comprobó que no se cumple con lo reglamentado en el modelo de referencia, persisten deficiencias en la altura del cuerpo respecto a la horizontal con el agua, hay falta de control del cuerpo durante la ejecución, no se logran extender correctamente las piernas y presentan la necesidad de aplicación de una mayor fuerza en el punto cadera para no permitir su hundimiento pronunciado.
2. El procedimiento metodológico creados, permitió conformar el perfil de referencia del dominio de la postura del cuerpo de la figura ballet en la disciplina deportiva Natación artística, y su puesta en práctica develó al comparar los resultados promedio derivados del análisis biomecánico, con el prototipo o perfil de referencia creado a tal efecto la situación actual del equipo de este deporte de la EIDE provincial "Héctor Ruiz Pérez" de Villa Clara.

Bibliografía

- Acero, J. (2013). El Principio de la Complejidad en los Análisis Biomecánicos. Recuperado de <http://viref.udea.edu.co/expo2011/contenidos/eventos/biomecanica.htm>.
- Acero, J. (2013). Relaciones entre el Biomecánico, Grupo de Entrenadores y Ciencias Aplicadas. Recuperado de <http://viref.udea.edu.co/expo2011/contenidos/eventos/biomecanica.htm>
- Comisión Nacional de Natación Artística (2016), Federación Cubana de Natación. Convocatoria de Natación Artística Juegos escolares (La Habana). (2016-2020).
- FINA (2017-21). Federación Internacional de Natación. Manual de Natación Artística para entrenadores y árbitros.
- FINA. (2017-21). Federación Internacional de Natación. Video de las figuras
- Perdomo, JM. et al. (2021) Proceder metodológico para la aplicación de la Biomecánica en el entrenamiento deportivo. En: III Convención Internacional de la Cultura

Física y Sociedad de Mayabeque. Universidad Agraria de la Habana. "Fructuoso Rodríguez Pérez" Facultad de Cultura Física. Cuba. Mayo, 11 y 12. Disponible en convención.cultura.fisica@gmail.com

Perdomo, JM. et al. (2021) Proceder metodológico y buenas prácticas para la aplicación de la Biomecánica en el entrenamiento deportivo En: Pedagogía 2021, Encuentro Internacional por la Unidad de los educadores. La Habana. 1-3 febrero. Disponible en <http://www.pedagogia.cuba.com>

Simón S. (2016). Programa Integral para la preparación del deportista. Comisión Nacional de Nado Sincronizado. La Habana. (2016-2020).

Zatsiorski V. M. (1989). Metrología deportiva. Editorial planeta. Moscu.