

**GUÍA DE ESTUDIO ACTUALIZADA SOBRE LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS PARA  
ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE CULTURA FÍSICA  
GUIDES OF MODERNIZED STUDY ON THE ENERGY SYSTEMS FOR STUDENTS OF THE  
CAREER OF PHYSICAL CULTURE**

Autores: Lic. Tatiana Homar García. Facultad de Cultura Física. Profesora Instructora. Lic. Biología.

Dirección de correo: [tatianhomargarcia@gmail.com](mailto:tatianhomargarcia@gmail.com)

Vladimir Leguén Roque. Entrenador de Ciclismo, Estudiante-Trabajador, segundo Año, Curso por Encuentros, Docente Facultad de Cultura Física. Teléfono fijo: 47895225. Móvil: 53463848

M. Sc. Omar Marino Grillo Rodríguez. Facultad de Cultura Física. Especialidad: Biología. Imparte: Fisiología

Categoría docente: P. Asistente. Categoría científica: Máster en Ciencias. Dirección de correo: [omargrillo@unah.edu.cu](mailto:omargrillo@unah.edu.cu)

**Institución:** Universidad Agraria de La Habana

### **Resumen**

El currículo docente de la carrera de cultura física cuenta con asignaturas básicas que derivan de las ciencias aplicadas a la actividad física. La asignatura Bioquímica de Actividad Física se imparte en el segundo período de primer año de la carrera y tiene entre sus objetivos explicar las transformaciones y procesos químicos que caracterizan el abastecimiento energético para el trabajo muscular e interrelaciona el funcionamiento del metabolismo. A partir del diagnóstico realizado a estudiantes de la tercer y cuarto año de la carrera de Cultura Física de la Universidad Agraria de la Habana, se detectó que la asignatura Bioquímica del Ejercicio Físico en general y en particular el tema de sistemas energéticos presenta detectamos problemas en su aprendizaje y comprensión. El objetivo de nuestro trabajo es proponer una guía de estudio para facilitar el aprendizaje de los sistemas energéticos en la asignatura la Bioquímica del Ejercicio Físico de la carrera Licenciatura en Cultura Física. La utilización de la guía de estudio propuesta facilitará el perfeccionamiento del proceso docente educativo al aplicar los contenidos a la actividad física y el deporte contribuyendo a la relación interdisciplinaria e intermateria entre los contenidos de las asignaturas del plan de estudio, lo que nos lleva a una visión más integral de lo tratado en este sumario. Se le integra a la guía de estudio un cuestionario que estimula el desarrollo de las habilidades intelectuales y los niveles de desempeño cognitivo y constituirá una herramienta para potenciar el estudio individual y la autoevaluación en nuestros estudiantes.

**Palabras clave:** guía de estudio sobre los sistemas energéticos

## **Abstract**

The educational curriculum of the career of culture physical bill with basic subjects that derive of the sciences applied to the physical activity. The Biochemical of Physical Activity is imparted in the second period of first year of the career and he/she has among its objectives to explain the transformations and chemical processes that characterize the energy supply for the muscular work and it interrelates the operation of the metabolism. Starting from the diagnosis carried out to students of third o'clock and quarter year of the career of Physical Culture of the Agrarian University of the Havana, it was detected that the Biochemical asignatura of the Physical Exercise in general and in particular the topic of energy systems presents we detect problems in its learning and understanding. The objective of our work is to propose a study guide to facilitate the learning of the energy systems in the subject the Biochemistry of the Physical Exercise of the career Licentiate in Physical Culture. The use of the guide of study proposal will facilitate the improvement from the educational process when applying the contents to the physical activity and the sport contributing to the interdisciplinary relationship and intermateria among the contents of the subjects of the study plan, what takes us to a vision but integral of that tried in this summary. He/she is integrated to the study guide a questionnaire that stimulates the development of the intellectual abilities and the levels of acting cognitivo and it will constitute a tool for potential the individual study and the self-assessment in our students.

**Keywords:** guides of study on the energy systems

## **Introducción**

El currículo docente de la carrera de Cultura Física cuenta con asignaturas básicas que derivan de las ciencias aplicadas a la actividad física. La Disciplina Fundamentos Biológicos de la Actividad Física, está integrada por las asignaturas Morfología, Bioquímica, Fisiología Humana y Biomecánica, tradicionalmente ha representado en la Licenciatura en Cultura Física parte de la base necesaria para fundamentar biológicamente las regularidades que caracterizan a la teoría y metodología de la educación física y el entrenamiento deportivo, así como la base biológica para la aplicación de los ejercicios físicos con fines profilácticos o terapéuticos que actualmente constituyen tres de las principales salidas de dicha carrera (Carrera, 2012).

La asignatura Bioquímica de Actividad Física se imparte en el segundo periodo de primer año de la carrera y tiene como objetivo explicar las transformaciones y procesos químicos que caracterizan el abastecimiento energético para el trabajo muscular, interrelaciona el funcionamiento del metabolismo y la obtención de energía a partir de nutrientes durante el ejercicio físico. Dentro de la asignatura la temática relacionada a los sistemas energéticos es de especial interés, dado que interrelaciona todo el contenido dado a lo largo del curso. Este tema se relaciona además con el resto de las asignaturas de deporte dado que explica la forma de obtención de energía en función del tipo de ejercicio realizado. Además en la actualidad de los elementos más importantes del entrenamiento deportivo moderno y que mantiene una atención constante por parte de entrenadores y atletas son los sistemas energéticos. Su reconocimiento y desarrollo permite a los deportistas y profesionales del deporte, establecer parámetros competitivos; y planificar de manera muy oportuna sus estrategias en cualquier modalidad deportiva. Al mismo tiempo se diseñan entrenamientos que permitan acumular gran cantidad de energía, generando una adaptación en el deportista que le permita afrontar cualquier reto de su especialidad (Valdés, 2019). Es por esto que comprender este contenido es de vital importancia para formar profesionales competentes y preparados para enfrentar cualquier tipo de actividad den el ámbito de la cultura física.

A partir del diagnóstico realizado a estudiantes que cursan tercer y cuarto año de la carrera en la Facultad de Cultura Física de la UNAH en Mayabeque se detectó que la asignatura Bioquímica del Ejercicio Físico General y en particular el tema de sistemas energéticos presentan problemas en su aprendizaje y comprensión. Del diagnóstico aplicado a 20 estudiantes que se preparaban para tomar el examen estatal de culminación de estudios, el 75% mostraron resultados de Regular, el 15% obtuvieron Mal y el 10 % de Muy Bien. Por lo que nos dimos la tarea de realizar una guía de estudio para mejorar la comprensión de este tema que integra el resto de los contenidos de la asignatura y que se interrelaciona con el resto de las asignaturas impartidas en la carrera.

El objetivo de este trabajo es proponer una guía de estudio para facilitar el aprendizaje de los contenidos relacionados con el aprendizaje de los sistemas energéticos en la asignatura la Bioquímica del Ejercicio Físico de la carrera licenciatura en Cultura Física, que contribuya a potenciar el trabajo independiente y la autoevaluación de nuestros estudiantes.

### **Sistemas Energéticos en la actividad física (Guía de estudio)**

La Asignatura Bioquímica del Ejercicio Físico está compuesta por dos temas, el segundo aborda el funcionamiento metabolismo celular, tiene 34 horas clases, el sumario de Sistemas Energéticos se imparte entre las clase 14 a la 16 de este tema. Para confeccionar la guía de estudio llevamos a cabo una revisión del programa analítico de la asignatura Bioquímica del Ejercicio Físico y de la guía

de estudio actual que se utilizaba en la asignatura en la Facultad de Cultura Física de Mayabeque. Se llevó a cabo un proceso de actualización de la guía de estudio ya que se encontraron términos obsoletos en la misma, así como de los contenidos que estaban presentes en la guía de estudio que databa del año 2012. La nueva guía de estudio tiene un enfoque más integrador e interdisciplinario, además culmina con un cuestionario que ayudara a fomentar el trabajo independiente en los estudiantes.

La fisiología y la bioquímica aplicadas al ejercicio físico son ciencias relativamente jóvenes, que tienen entre sus objetivos el estudio de los principales mecanismos funcionales del medio interno y los cambios morfológicos y metabólicos que aparecen como consecuencia de la actividad física o deportiva sistemática, así como los procesos de adaptación y los mecanismos regulatorios que ésta genera. Así, estos conceptos se aplican al entrenamiento y a la mejora del rendimiento del deportista (Benítez-Franco, 2007).

Las células tienen la capacidad de utilizar los sistemas energéticos para la producción de energía según las demandas. Los sistemas energéticos se relacionan con el metabolismo celular, el cual se define como “el conjunto de intercambios físicos y químicos que permiten transferencias de energía y que se desarrollan en el organismo, incluyendo el crecimiento, el mantenimiento y las transformaciones físicas y químicas. El metabolismo implica dos procesos fundamentales: el anabolismo, definido como el proceso de construcción (como el aumento de la masa muscular), y el catabolismo, proceso de degradación” (Billat, 2002; Anderson y col, 2003).

Dentro de estos procesos metabólicos las células del cuerpo, en especial las células musculares, extraen la energía para poder realizar sus funciones, especialmente durante el ejercicio físico; esta energía necesaria para el trabajo celular es otorgada por el Trifosfato de adenosina por sus siglas en inglés ATP, el cual es sintetizado y re-sintetizado a través de procesos bioquímicos que usan los nutrientes aportados por la alimentación y la oxidación o no del oxígeno (Rincon y col, 2022). En esencia se ha documentado tres procesos que aportan a esta síntesis y resíntesis de ATP; un primer sistema resintetiza el ATP a partir de la fosfocreatina, un segundo sistema produce ATP por medio de la glucólisis anaeróbica con la transformación del glucógeno almacenado en los músculos en lactato, y un tercer sistema que usa la fosforilación oxidativa. Los dos primeros sistemas mencionados al no utilizar el oxígeno para conseguir energía, se consideran como sistemas anaeróbicos, mientras que, el tercer sistema al necesitar de la oxidación del oxígeno para la producción de energía, se denomina aeróbico (López y Fernández, 2006; Poma, 2022).

Durante la actividad físico-deportiva, comparando con el estado de reposo es necesaria una gran cantidad de energía en un período corto (deportes anaeróbicos, así como *sprints*, lanzamientos,

saltos), mientras que en otras, los requerimientos son moderados pero constantes y duraderos (deportes de resistencia de larga duración como, la maratón, triatlón de larga distancia, ciclismo de ruta). Así, son tres los sistemas energéticos involucrados que interaccionan entre sí en la que se encargan en la obtención de energía a través de la “moneda energética” ATP (Adenosin Tri-Fosfato) (nucleótido fundamental para la obtención de energía celular). Esta es la única molécula que se puede convertir directamente en energía. El ATP utilizado se recupera a través de 3 vías energéticas principales (Fig.1):

1) Sistema anaeróbico aláctico: utiliza como sustrato energético la fosfocreatina y su potencia puede estar relacionado por sus depósitos de creatina, es por ello que una suplementación con monohidrato de creatina pueden aumentar las reservas en esta vía, y mejorar el rendimiento deportivo en pruebas de gran explosividad o en aquellas que haya constante cambios de ritmos explosivos como sucede en los deportes de equipo

2) Sistema anaeróbico láctico: depende de los depósitos de glucógeno, y se activa en gran medida en aquellos deportes de fuerza-resistencia, es decir generación de grandes cantidades de fuerza durante un tiempo relativamente largo (30"-9'). Así aquellos deportes como el remo olímpico, atletismo 400-3000 metros, tiene un gran componente anaeróbico láctico

3) Sistema aeróbico: la que la producción de energía se realiza en presencia de oxígeno, y según la intensidad, se utilizan como sustrato el glucógeno o los ácidos grasos libres. En este caso la energía comienza a utilizarse a partir de los 30 min aproximadamente de actividad física moderada y la duración del sustrato energético es casi ilimitado.

El organismo tiene la capacidad de adaptarse al desarrollo de un esfuerzo de intensidades bajas y de tiempo prolongado, generando energía a partir de los procesos bioquímicos del metabolismo que reducen el oxígeno para producir energía en forma de ATP, por lo que se considera como un proceso de características aeróbicas; o adaptarse a esfuerzos de intensidades altas y de tiempo corto, sin la participación o reducción del oxígeno, en los cuales el organismo se adapta a entrenamientos o actividades físicas de muy corta duración, con intensidades sub-máximas, máximas y supra-máximas (Sözen & Akyıldız, 2018).

Los sistemas están clasificados según el sustrato que utilizan para producir energía así como si realizan este procesos bioquímico en presencia de oxígeno o no. Así, según el sustrato utilizado, la rapidez de obtención de energía (potencia versus capacidad bioenergética) y forma de utilizar energía; aeróbicamente (en presencia de oxígeno) o anaeróbicamente (sin oxígeno) podemos diferenciar las diferentes rutas metabólicas (Urdanpilleta, 2013).

Según Rodríguez, 2012 para evaluar cuantitativamente los procesos de transformación anaerobia y aerobia de la energía en la actividad muscular se utilizan 3 criterios principales:

- Criterio de potencia: Evalúa la velocidad de la transformación de energía en el proceso dado. Mide la cantidad de ATP utilizado por energía en el proceso dado. Mide la cantidad de ATP utilizado por unidad de tiempo.
- Criterio de capacidad: Refleja las reservas generadas de las sustancias energéticas o la cantidad de ATP que puede suministrar para sustancias energéticas o la cantidad de ATP que puede suministrar para cubrir las necesidades de un trabajo físico continuado.
- Criterio de eficacia: Demuestra la relación entre la energía gastada para la resíntesis de ATP y la totalidad de energía desprendida en el para la resíntesis de ATP y la totalidad de energía desprendida en el transcurso del proceso dado.

De ahí que el sistema más potente sea el anaeróbico aláctico, seguido de la vía anaeróbica láctica, y al final la vía aeróbica.

	M. ANAERÓBICO ALÁCTICO	M. ANAERÓBICO LÁCTICO	M. AERÓBICO (Oxidativo)
Fuente Energética	Fosfágeno	Glucosa	HC, Grasas y AA
Velocidad con la que forma Energía	Muy Rápida	Rápida	Lenta
Producción de Energía	Muy Poca	Poca	Mucha
Tiempo de Producción de Energía	Muy Corto (1-10 segundos)	Corto (45''-9 minutos)	Largo (minutos-horas)
	<b>DEPENDE DE LAS RESERVAS ENERGÉTICAS</b>		
Intensidad del Esfuerzo	Muy Intenso (VO <sub>2</sub> max-)	Intenso (80-100%VO <sub>2</sub> max)	Moderado-Bajo (-50-80%VO <sub>2</sub> max)
Tipo de Ejercicio o Deporte	Carrera de 100 m, saltos, lanzamientos.	Carreras de 200 a 3000 m	Carrera de 5.000m - maratón
Tipo de Fibra Muscular	Rápida tipo II B	Rápida tipo II A	Lenta tipo I
Toxicidad Metabólica	No	SI Acidosis Muscular	No

Figura 1: Características de las vías energéticas, tipo de fibras involucrados y toxicidad metabólica (Tomado de Urdampilleta, 2012).

Para mejorar la comprensión de esta relación, elaboramos un esquema donde los estudiantes pueden identificar la intensidad del ejercicio, el sustrato energético y el sistema energético con el que se corresponde. En la Fig. 2, podemos observar que el estudiante debe hacer un recorrido desde las biomoléculas, sus formas de degradación para entender las fuentes de energía de cada sistema energético.

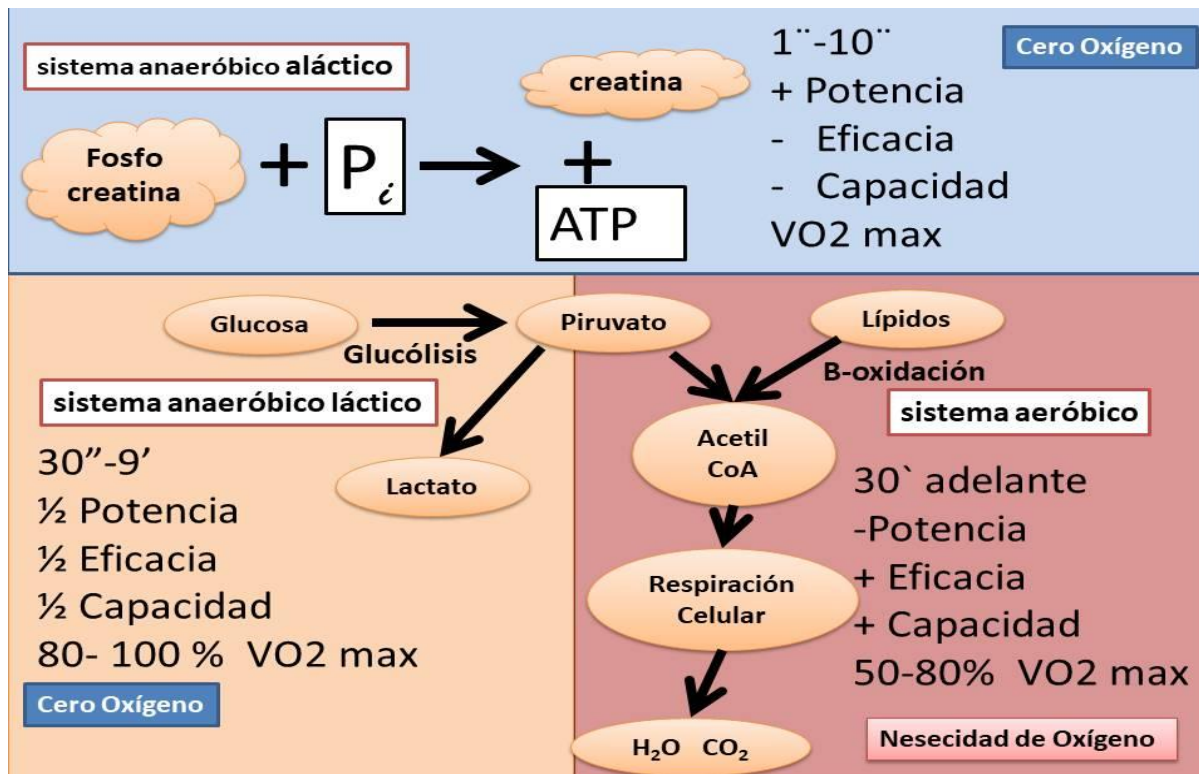


Figura .2

Esquema sobre la fuente de la energía metabólica distribuida en los sistemas energéticos en dependencia de la intensidad de los mismos.

### Tiempo de recuperación de los sistemas energéticos

Las reservas energéticas deben ser repuesta luego de los periodos de entrenamiento de de competencia y es además un factor importante a tener en cuenta en el momento del entrenamiento. El incremento en la capacidad de trabajo durante el proceso de entrenamiento, depende no solo del volumen e intensidad de la carga, sino también de la correcta duración de los intervalos de descanso entre las sesiones de ejercicios o de entrenamiento, por lo que se hace imprescindible planificar la carga de entrenamiento en correspondencia con las particularidades de los procesos regenerativos. El sistemático suministro de cargas de entrenamiento con una recuperación insuficiente, adapta al organismo a enfrentar la actividad en condiciones de un medio interno constantemente cambiante, lo que puede desencadenar en sobrecargas, fatigas prolongadas o debutar con el síndrome de sobreentrenamiento; como también los intervalos de descanso muy prolongados entre las reiteradas cargas, disminuyen la efectividad del proceso de entrenamiento, lo que repercute en una merma de la capacidad de trabajo, que por ende, obstaculiza el ascenso a planos superiores de rendimiento deportivo del atleta objeto de preparación. (Mena y Gonzales, 2013).

**Sistema anaeróbico aláctico:** Trabajar con intervalos de descanso entre los 3 y 5 minutos, favoreciendo de esta forma la restitución completa de este sistema energético (Mena y Gonzales, 2013). A los 18 segundos se repone el 50%, 36" el 75% y a los 108" el 98,5% (Trujillo, 2012).

**Sistema anaeróbico láctico:** El tiempo de restitución de este sistema depende de la capacidad que tenga el deportista para reutilizar el lactato, por lo general este proceso tiene lugar en un tiempo entre los 48-72 después de la actividad deportiva en que se empleó a plenitud (Trujillo, 2012).

**Sistema aeróbico:** Recuperación del sistema a corto plazo o fase breve, y a largo plazo o fase prolongada. La primera dura aproximadamente una hora, y la segunda 24-48 horas (Trujillo, 2012; Mena y Gonzales, 2013).

### **Cuestionario para la aplicación de los contenidos impartidos en la actividad física**

1. La Eurocopa de fútbol 2024 o Euro 2024 es la decimoséptima edición del torneo europeo de selecciones nacionales. Organizada por la UEFA, se celebra en Alemania este año. Diga cuál sistema energético usted considera que se manifiesta en mayor medida en el atleta que practica dicho deporte.

2. Halterofilia proviene de los términos griegos *halteros* (pesas) y *phylos* (amor). Técnicamente se interpreta como levantamiento de pesas, que es la disciplina deportiva cuyo objetivo es levantar pesos relativamente altos mediante una técnica, en la que la fuerza es factor importante pero no determinante. Diga cuál sistema energético usted considera que se manifiesta en mayor medida en el atleta que practica dicho deporte. Argumente su respuesta. Explique qué tiempo de recuperación le daría al atleta para restablecer el sistema energético utilizado.

3. El triatlón es un deporte que implica la realización de 3 disciplinas deportivas, natación, ciclismo y carrera a pie, que se realizan en orden y sin interrupción entre una prueba y la siguiente. Diga cuál sistema energético ud considera que se manifiesta en mayor medida en el atleta que practica dicho deporte. Argumente su respuesta.

4. Los Juegos Olímpicos de París 2024, conocidos como los Juegos de la XXXIII Olimpiada, fue un evento multideportivo internacional que se llevó a cabo entre el 26 de julio y el 11 de agosto de 2024 en la ciudad de París. Nuestro país termino en el lugar 32 del medallero con 2 medallas de oro obtenidas en los deporte de Lucha Greco-romana y en la división de 63,5 kilogramos en el boxeo.

a) De los deportes mencionados anteriormente investigue cuál ud cree que sea el sistema energético que utiliza el organismo.

b) Explique cuáles rutas metabólicas se obtiene el ATP para estos sistemas energéticos.

c) ¿Qué tipo de fibra muscular se utiliza en estos deportes?

5. La bailoterapia es una técnica que consiste en realizar ejercicio a través del baile. Combina perfectamente el entretenimiento con la actividad física. Este tipo de actividad física tiende a ser aeróbica y en la célula se combinan rutas metabólicas para obtener energía en forma de ATP.

a) Diga cuál sistema energético usted considera que se manifiesta en mayor medida en el atleta que practica dicho deporte. Argumente su respuesta.

b) Explique cuáles rutas metabólicas se obtiene el ATP para estos sistemas energéticos.

c) ¿Qué tipo de fibra muscular se utiliza en este deporte?

## Conclusiones

- La utilización de la guía de estudio propuesta facilitará el perfeccionamiento del proceso docente educativo al contar con los contenidos aplicados a la actividad física y el deporte.
- Esta guía de estudio con el cuestionario constituye una herramienta para potenciar el estudio individual y la autoevaluación en nuestros estudiantes y se espera que desarrolle las habilidades intelectuales y mejore los niveles de desempeño cognitivo.
- La guía de estudio actualizada permite la relación interdisciplinaria e intermateria entre los contenidos de las asignaturas del plan de estudio, lo que no lleva a una visión más integral de lo tratado en este sumario.

## Referencias bibliográficas

Anderson, D. M., Elliot, M. A., Keith, J., & Novak, P. D. (2003). *Diccionario Mosby medicina, enfermería y ciencias de la salud*. Elsevier.

Benítez-Franco C. (2007). *Medicina del Deporte. Medicina preventiva. Introducción, definiciones*. Congreso Internacional de Medicina del Deporte - XV Juegos Panamericanos, Río de Janeiro,).

Billat, V. (2002). *Fisiología Y Metodología Del Entrenamiento* (E. Paidotribo (ed.); Primera).

López, C. J., & Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio*. En E. M. Panamericana (Ed.), *Fisiología del Ejercicio* (Tercera).

Mena Pérez, O. y González Espinosa, Y. (2013). Utilización y recuperación de los sistemas energéticos durante y después del ejercicio físico. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires, Año 17, Nº 177. <http://www.efdeportes.com/>

Poma, David. (2023). *Fisiología de los sistemas energéticos durante el ejercicio*. S/e, en formato digital.

Rincon Castillo, E. J., Fernández Millan, K. E., Tocora Guzmán, M. d., Bulla Casas, A. F., Lopez Ospina, E. X. y Riscanevo Rodriguez, K. L. (2022). ¿Categoría de capacidad aeróbica? o

- ¿categoría de sistemas energéticos?: Artículo de reflexión. *Movimiento Científico*, 16 (1), 25-31. Obtenido de: <https://revmovimientocientifico.iber.edu.co/article/view/2327>
- Sözen, H., & Akyıldız, C. (2018). The Effects of Aerobic and Anaerobic Training on Aerobic and Anaerobic Capacity. *International Journal of Anatolia Sport Sciences*, 3(3), 331–337. <https://doi.org/10.5505/jiasscience.2018.68077>
- Trujillo Rodríguez, A. (2012). Vías metabólicas y entrenamiento deportivo. *Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís.* 7(2).
- Villalón, C.V. (2019). Los sistemas energéticos y sus orientaciones en los deportes de resistencia. *Revista Científica Caminos de Investigación*. 1. 71-80.