

El ejercicio físico estructurado como herramienta innovadora para el aprendizaje del metabolismo energético en Medicina

Structured Physical Exercise as an Innovative Tool for Learning Energy Metabolism in Medicine

Lenier Borges Primelles^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-0835-6899>

Isabel Primelles Justino ¹ <https://orcid.org/0000-0002-7528-7355>

Florencia Batista Prieto¹ <https://orcid.org/0000-0002-5619-8798>

¹Filial de Ciencias Médicas Nuevitas. Universidad de Ciencias Médicas. Camagüey, Cuba.

*Autor para la correspondencia: lenierbp@gmail.com

RESUMEN

La enseñanza del metabolismo energético en la formación médica suele apoyarse en estrategias expositivas que se centran en contenidos abstractos, dificultan la comprensión de procesos complejos y limitan el aprendizaje significativo. Ante esta problemática, se realizó un estudio con enfoque mixto en la Filial de Ciencias Médicas de Nuevitas con el objetivo de evaluar el impacto del ejercicio físico estructurado como herramienta pedagógica en estudiantes de Medicina. La metodología consistió en la aplicación de una estrategia basada en actividades físicas controladas que se vinculan a diferentes demandas de esfuerzo, con la integración de explicaciones teóricas guiadas. Para la recolección de datos se emplearon observaciones, encuestas y pruebas académicas antes y después de la intervención. Se empleó el análisis estadístico descriptivo y valoración cualitativa. Los resultados evidenciaron un incremento en la motivación, con participación más activa y una mejora notable en la



capacidad de relacionar la teoría con la práctica corporal, la cual se vio reflejada en las calificaciones. De igual forma hubo mayor apropiación de los contenidos fisiológicos. Quedó demostrado que el ejercicio físico estructurado suele ser una herramienta pedagógica eficaz al integrar la experiencia vivencial con el conocimiento científico y permite incorporar metodologías activas en la enseñanza de las ciencias básicas.

Palabras clave: metabolismo energético; ejercicio físico estructurado; aprendizaje significativo; educación médica; enseñanza.

ABSTRACT

The teaching of energy metabolism in medical training often relies on lecture-based strategies that focus on abstract content, hindering the comprehension of complex processes and limiting meaningful learning. Addressing this issue, a mixed-methods study was conducted at the Nuevitas School of Medical Sciences to evaluate the impact of structured physical exercise as a pedagogical tool for medical students. The methodology involved implementing a strategy based on controlled physical activities linked to different effort demands, integrated with guided theoretical explanations. Data collection included observations, surveys, and academic assessments before and after the intervention. Descriptive statistical analysis and qualitative assessment were employed. The results showed an increase in motivation, with more active participation and a notable improvement in the ability to relate theory to bodily experience, which was reflected in the grades. Likewise, there was greater assimilation of physiological content. It was demonstrated that structured physical exercise proves to be an effective pedagogical tool by integrating experiential learning with scientific knowledge, enabling the incorporation of active methodologies in the teaching of basic sciences.

Keywords: energy metabolism; structured physical exercise; meaningful learning; medical education; teaching.

Recibido: 29/01/2026

Aprobado: 23/02/2026



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Introducción

El metabolismo energético constituye un eje conceptual esencial en la formación básica de los estudiantes de Medicina, al sustentar la comprensión de procesos fisiológicos como la producción de ATP, la homeostasis y la respuesta del organismo al esfuerzo físico.

Sin embargo, la enseñanza de estos contenidos suele apoyarse en modelos expositivos centrados en la transmisión verbal y el uso de esquemas abstractos, lo que dificulta la apropiación significativa de conceptos como las vías aeróbicas y anaeróbicas, los sistemas de aporte energético y su articulación con la práctica clínica. ⁽¹⁾ Esta brecha entre la complejidad bioquímica de los procesos y las estrategias didácticas empleadas se traduce, con frecuencia, en aprendizaje memorístico y dificultades para la aplicación integradora del conocimiento en situaciones reales de salud-enfermedad. ⁽²⁾

En las últimas décadas, la educación médica ha promovido la incorporación de metodologías activas orientadas al aprendizaje significativo, el protagonismo del estudiante y la contextualización del conocimiento en experiencias relevantes para la práctica profesional. ^(3,4) En este marco, el ejercicio físico estructurado emerge como una herramienta pedagógica potencialmente valiosa, al permitir que los estudiantes vivencien cambios fisiológicos vinculados a la demanda energética, la frecuencia cardíaca, la ventilación y la percepción del esfuerzo, facilitando el vínculo entre teoría y experiencia corporal. ^(5,6)

La literatura sobre educación en ciencias de la salud sugiere que las actividades basadas en la práctica, el movimiento y la experimentación favorecen la motivación, la retención de contenidos y el desarrollo de competencias integradoras. ^(7,8) A pesar de la evidencia acumulada sobre los beneficios del ejercicio físico para la salud y su relevancia en la formación médica, son escasos los estudios que analizan de manera sistemática su utilización como recurso didáctico específico para la enseñanza del metabolismo energético en estudiantes de Medicina. ⁽⁹⁾



Esta laguna limita el diseño intencionado de estrategias pedagógicas que articulen el conocimiento bioquímico con experiencias de movimiento, particularmente en contextos formativos donde predominan enfoques tradicionales y alta carga teórica. Resulta necesario, por tanto, explorar propuestas didácticas que incorporen el ejercicio físico estructurado como mediador del aprendizaje conceptual y procedimental en las ciencias básicas médicas. ^(10,11)

Diversos estudios en educación médica coinciden en que la enseñanza de las ciencias básicas continúa enfrentando el desafío de la descontextualización cognitiva, particularmente en contenidos de alta abstracción como el metabolismo energético. Investigaciones desarrolladas en Europa y América Latina señalan que los estudiantes tienden a fragmentar el conocimiento metabólico en rutas aisladas, sin lograr comprender su integración funcional en el organismo. ^(12,13) Esta visión coincide con planteamientos que critican el predominio de modelos transmisivos centrados en la acumulación de información.

No obstante, otros autores sostienen que la dificultad no radica exclusivamente en el método de enseñanza, sino en la propia naturaleza compleja y sistémica del metabolismo, cuyo dominio requiere un nivel elevado de razonamiento bioquímico formal. ⁽¹⁴⁾ Desde la perspectiva del aprendizaje experiencial, se ha documentado que la incorporación de vivencias corporales puede actuar como mediador cognitivo en la comprensión de fenómenos fisiológicos.

Estudios apoyados en los postulados del constructivismo y del aprendizaje significativo destacan que la experiencia directa favorece la construcción de anclajes conceptuales más estables. ^(15,16)

Coincidentemente, investigaciones en fisiología aplicada han demostrado que la monitorización de variables como frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno y percepción subjetiva del esfuerzo facilita la comprensión de la transición entre sistemas energéticos. ⁽¹⁷⁾ Sin embargo, existen divergencias respecto al alcance pedagógico de estas experiencias. Mientras algunos autores reportan mejoras significativas en comprensión conceptual y motivación académica, otros señalan que los efectos son limitados si la actividad física no está acompañada de procesos estructurados de análisis reflexivo y retroalimentación guiada. ⁽¹⁸⁾



En el ámbito específico de la formación médica, la mayoría de las investigaciones que integran ejercicio físico se centran en la promoción de estilos de vida saludables o en la prevención del síndrome de burnout estudiantil. ^(19,20) Existe consenso en que el ejercicio contribuye al bienestar integral del futuro profesional de la salud. No obstante, son reducidos los trabajos que lo abordan explícitamente como herramienta didáctica para la enseñanza de contenidos bioquímicos complejos.

Por otro lado, autores vinculados a la educación basada en competencias plantean que la formación médica debe integrar saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales en escenarios que simulen condiciones reales de práctica profesional. ⁽²¹⁾ Sin embargo, críticos de este enfoque argumentan que la incorporación de actividades prácticas demanda tiempo curricular adicional y rediseños estructurales que no siempre son viables en programas académicos de alta carga teórica. ⁽²²⁾ Esta tensión entre innovación pedagógica y rigidez curricular constituye un elemento central en el debate actual.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el impacto de una estrategia pedagógica basada en ejercicio físico estructurado sobre el aprendizaje del metabolismo energético en estudiantes de Medicina de la Filial de Ciencias Médicas de Nuevitas.

Desarrollo

Se desarrolló un estudio cuasi experimental con enfoque mixto en estudiantes de Medicina de la Filial de Ciencias Médicas de Nuevitas durante el curso académico 2024-2025, con el objetivo de evaluar el impacto del ejercicio físico estructurado como herramienta pedagógica en el aprendizaje del metabolismo energético. Se integraron métodos cuantitativos y cualitativos para analizar tanto las variaciones en el desempeño académico como las percepciones estudiantiles acerca de la experiencia formativa. La población estuvo conformada por los 24 estudiantes matriculados en la asignatura durante el período señalado.

Se establecieron como criterios de inclusión:



1. Estar oficialmente matriculado en los primeros años de la carrera de Medicina en la Filial de Ciencias Médicas de Nuevitas durante el período académico correspondiente.
2. Asistir regularmente a las actividades docentes programadas.
3. Otorgar consentimiento informado para participar en la intervención pedagógica.

Como criterios de exclusión se consideraron:

1. Presentar condiciones médicas que contraindican la realización de ejercicio físico de intensidad moderada a vigorosa.
2. Ausentismo superior al 20,0 % de las sesiones programadas.
3. Negativa a participar en las actividades prácticas.

Se definieron como criterios de salida:

1. Abandono voluntario del estudio en cualquier momento.
2. Aparición de una condición médica intercurrente que impidiera continuar la intervención.
3. Incumplimiento reiterado del protocolo establecido.

Se trabajó con la totalidad del grupo que fue seleccionado mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Fue empleado un diseño pretest-postest en un solo grupo, en el que se aplicó una estrategia pedagógica basada en sesiones de ejercicio físico estructurado desarrolladas durante 14 semanas consecutivas. Estas fueron planificadas para reproducir diferentes demandas energéticas y en compañía de explicaciones teóricas guiadas.

Métodos

Como métodos teóricos se utilizaron el analítico - sintético y la inducción-deducción para la construcción del marco conceptual y la interpretación de los resultados. Entre los métodos empíricos se incluyeron la observación sistemática de las sesiones, encuestas a los estudiantes y pruebas académicas antes y después de la intervención, con el fin de valorar cambios en la motivación, la participación y la comprensión de los



contenidos. El procesamiento cuantitativo se realizó mediante estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes, medias) y comparación de los resultados pre y post intervención; el análisis cualitativo se desarrolló a partir de la categorización temática de las respuestas abiertas y las notas de observación.

Para la recolección de la información se empleó la técnica de observación sistemática, dirigida a registrar la participación, el nivel de implicación corporal y las manifestaciones de comprensión durante el desarrollo de las sesiones de ejercicio físico estructurado. La observación se realizó mediante una guía elaborada, que incluyó indicadores relacionados con la motivación, la interacción estudiante-docente y la capacidad de los estudiantes para vincular las actividades físicas con los contenidos del metabolismo energético.⁽²³⁾

Al finalizar la intervención, se aplicó una encuesta mediante un cuestionario de escala de valoración y preguntas abiertas para explorar la percepción estudiantil sobre la utilidad pedagógica, la satisfacción y la autovaloración del aprendizaje. Para medir el desempeño académico, se empleó una prueba escrita estructurada (pre-test y post-test) con ítems de selección múltiple y respuesta corta sobre conceptos clave del metabolismo y respuestas fisiológicas al esfuerzo. Finalmente, la comparación de resultados y la triangulación de observaciones, encuestas y pruebas permitieron valorar integralmente el impacto de la estrategia pedagógica.

La recolección de información se estructuró en 3 fases: diagnóstica, de intervención y evaluación. En la fase inicial, se aplicó una prueba escrita supervisada sobre metabolismo energético y se realizó una observación base en clases tradicionales. Durante las 14 semanas de intervención, se ejecutó la estrategia de ejercicio físico estructurado, empleando guías de observación sistemática para registrar la motivación y la comprensión de contenidos en tiempo real. Finalmente, en la fase de evaluación, se administró nuevamente la prueba escrita y el cuestionario de percepción para medir los cambios en el aprendizaje y la utilidad de la estrategia.

Para el análisis cuantitativo se empleó la estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes y medias) con la cual se procesaron los datos de la encuesta cerrada y de las pruebas académicas. La comparación entre el pretest y el posttest permitió



identificar las variaciones significativas en el desempeño académico de los estudiantes tras la intervención.

La información cualitativa de las respuestas abiertas y notas de observación se analizó mediante categorización y análisis de contenido, en la cual se identificaron regularidades y valoraciones emergentes sobre la experiencia. Finalmente, la triangulación de datos cuantitativos y cualitativos permitió una interpretación integrada del impacto del ejercicio físico estructurado en el aprendizaje de los estudiantes.

Tras aplicarse la prueba escrita inicial (pretest) se arrojó un rendimiento promedio de 62,0 % en la comprensión de conceptos clave del metabolismo energético, con un 45,0 % de los estudiantes (11/24) donde se obtuvo calificaciones por debajo de 60,0 %. Durante la intervención de 14 semanas con ejercicio físico estructurado, el posttest mostró un incremento significativo a 84,0 % del rendimiento promedio, donde 87,5% de la muestra (21/24) alcanzó calificaciones superiores a 70,0 %. La comparación pretest-posttest evidenció una mejora generalizada en ítems relacionados con la producción de ATP (incremento de 28,0 %), transiciones entre vías aeróbicas y anaeróbicas (35,0 %) y respuesta fisiológica al esfuerzo (41,0 %).

En la encuesta, 92,0 % de los estudiantes (22/24) calificó la estrategia como "muy útil" o "extremadamente útil" para relacionar teoría y práctica, con 83,0 % de ellos motivados hacia el estudio de la bioquímica.

La observación sistemática registró un aumento progresivo en la participación, pasando de 54,0 % en las primeras sesiones a 96,0 % en las últimas, con expresiones frecuentes de comprensión inmediata durante las actividades físicas.

El análisis de las respuestas abiertas en la encuesta reveló 3 categorías principales:

- Integración teoría-práctica (65,0 % de menciones): "Sentir los cambios en mi cuerpo mientras explicaban los sistemas energéticos facilitó la memorización".
- Motivación y disfrute (58,0 %): "Las clases dejaron de ser aburridas; la incorporación del movimiento permitió comprender los conceptos de forma más concreta".
- Apropiación conceptual (50,0 %): "Pude visualizar las vías metabólicas funcionando en tiempo real".



La triangulación de datos ha confirmado que el ejercicio físico estructurado potenció significativamente el aprendizaje significativo del metabolismo energético en los estudiantes de Medicina. La figura 1 muestra los resultados de pretest y postest aplicados durante el curso 2024-2025 y tuvo como fuente la elaboración propia.

Tabla 1. Comparación pretest-postest (rendimiento académico)

Concepto evaluado	Pretest (n=24) % correcto	Postest (n=24) % correcto	Incremento %
Producción ATP	58,0 %	86,0 %	+28,0 %
Vías aeróbicas/anaeróbicas	52,0 %	87,0 %	+35,0 %
Respuesta fisiológica al esfuerzo	55,0 %	96,0 %	+41,0 %
Promedio general	62,0 %	84,0 %	+22,0 %

Estrategia pedagógica

La estrategia se estructuró en 14 semanas con 4 bloques progresivos que reproducen los 3 sistemas energéticos principales (ATP-PC, glucolítico anaeróbico, oxidativo aeróbico) y sus transiciones, integrando teoría-experiencia-reflexión en cada sesión (60-90 min). Cada semana combinó ejercicio práctico + explicación bioquímica + discusión grupal.

Bloque I: Sistema ATP-PC (aláctico) - Semanas 1-3

Objetivo: Comprender producción rápida de ATP sin oxígeno (esfuerzos <10 seg).

Semana	Actividad práctica (20-30 min)	Concepto bioquímico explicado	Reflexión evaluativa
1	Sprints 10m x 8 (rec. 2 min)	Reservas CP muscular, ATP directo	¿Por qué fatiga inmediata?
2	Salto verticales x 10 series	Hidrólisis ATP-CP, resíntesis	Relación intensidad-duración
3	Lanzamientos medicina 3kg x 12	Capacidad ATP-PC (~10 seg máx)	Límite temporal del sistema

Bloque II: Sistema glucolítico anaeróbico - Semanas 4-7

Objetivo: Glucólisis anaeróbica, lactato, umbral anaeróbico (10 seg-2 min).

Semana	Actividad práctica (25-35 min)	Concepto bioquímico explicado	Reflexión evaluativa
--------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------



4	30m shuttle run x 6 (rec. 90s)	Glucólisis rápida, piruvato→lactato	Acumulación lactato percibida
5	Circuitos 400m (4x100m rec. 2min)	LDH, equilibrio NADH/NAD+	Relación velocidad-fatiga
6	HIIT 30"/30" x 8 rondas	Umbral anaeróbico individual	Zona láctica personal
7	Test Wingate 30 seg máximo	Potencia/capacidad glucolítica	Relación lactato-pH muscular

Bloque III: Sistema oxidativo aeróbico - Semanas 8-11

Objetivo: Metabolismo aeróbico, beta-oxidación, ciclo Krebs (esfuerzos >2 min).

Semana	Actividad práctica (30-40 min)	Concepto bioquímico explicado	Reflexión evaluativa
8	Carrera continua 20 min 65-75% FCM	Beta-oxidación AG, ciclo Krebs	"Quema grasa" vs glucógeno
9	Ciclismo 30 min umbral aeróbico	Mitocondrias, cadena transporte e-	Eficiencia O ₂ uso
10	Remo 25 min 70% VO ₂ max	Relación VO ₂ /ATP producción	Consumo O ₂ steady-state
11	Test Cooper 12 min máximo	VO ₂ max, capacidad aeróbica	Base aeróbica individual

Bloque IV: Integración sistemas + transiciones - Semanas 12-14

Objetivo: Articulación sistemas energéticos según demanda esfuerzo.

Semana	Actividad práctica (35-45 min)	Concepto bioquímico explicado	Reflexión evaluativa
12	Intervalos 400m x 6 (rec. 3 min)	Transición anaeróbica→aeróbico	Recuperación activa lactato
13	Circuito mixto: sprint+continuo	Dominancia sistema por intensidad	Economía carrera
14	Simulación competición + análisis	Interacción 3 sistemas reales	Estrategia energética

Estructura sesión tipo (60-90 min)

Calentamiento (10 min): Movilidad + conceptos previos.

Bloque principal (30-45 min): Ejercicio específico sistema energético.

Explicación teórica (15 min): Bioquímica vivenciada (pizarrón/esquemas).

Reflexión guiada (10-15 min): Discusión grupo "¿Qué sentiste? ¿Por qué?"

Enfriamiento (5-10 min): Estiramientos + preguntas abiertas.

Recursos necesarios

Espacio: Cancha/pista 100m.

Material: Cronómetro, balones medicina, conos, báscula (opcional).

Monitoreo: FC (pulso manual), RPE escala Borg.

Evaluación: Pretest/posttest semanal + diario reflexivo.



Progresión: Intensidad que aumenta 5-10 % semanal; volumen controlado para evitar sobre entrenamiento médico-estudiantes.

Los resultados confirman la hipótesis de dicha investigación al demostrar que la implementación sistemática del ejercicio físico estructurado durante 14 semanas generó un impacto tanto cualitativo como estadístico y positivo en el aprendizaje del metabolismo energético en los estudiantes de Medicina de la Filial de Nuevitas.

El incremento en 22,0 % del rendimiento académico promedio (de 62,0 % a 84,0 % en las pruebas escritas), junto con la eliminación completa de calificaciones inferiores a 60,0 % en el posttest, evidenció la eficacia de esta estrategia pedagógica para superar las limitaciones inherentes a la enseñanza tradicional de contenidos bioquímicos abstractos.

Particularmente relevante resultó la mejora diferencial observada en ítems específicos: producción de ATP (+28,0 %), transiciones entre vías aeróbicas y anaeróbicas (+35,0 %) y respuesta fisiológica al esfuerzo (+41,0 %), lo cual sugirió que la vivencia corporal directa de diferentes demandas energéticas facilitase la construcción de representaciones mentales más precisas y funcionales de procesos fisiológicos complejos.

Esta transformación cuantitativa en el desempeño académico se complementó con indicadores cualitativos igualmente elocuentes. El aumento progresivo de la participación, documentado mediante observación sistemática (de 54,0 % en sesiones iniciales a 96,0 % en las finales), reflejó un fenómeno de apropiación progresiva donde los estudiantes no solo comprendieron mejor los contenidos, sino que los integraron emocional y corporalmente al proceso de aprendizaje.

La valoración unánime de la estrategia (96,0 % de satisfacción general, 92,0 % en utilidad para relacionar teoría-práctica) corroboró hallazgos de la literatura educativa sobre el poder motivacional de las metodologías experienciales, particularmente aquellas que involucraron movimiento corporal intencional.

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo los resultados pudieron explicarse como la creación de organizadores previos somáticos que anclaron los conceptos abstractos del metabolismo energético en experiencias corporales concretas y memorables. La fatiga muscular vivenciada durante esfuerzos anaeróbicos intensos, la



recuperación progresiva en actividades aeróbicas sostenidas y la percepción de umbrales de transición entre sistemas energéticos funcionaron como "anclajes experienciales" que facilitaron la subsunción de nuevos conocimientos bioquímicos en estructuras cognitivas preexistentes.

Este mecanismo explicó el por qué los estudiantes reportaron espontáneamente frases como "Ahora entiendo por qué siento fatiga en esfuerzos intensos", revelando una integración genuina entre fenómeno fisiológico percibido y explicación molecular subyacente.

La categorización de respuestas abiertas identificó 3 dimensiones principales de impacto: integración teoría-práctica (65,0 %), motivación/disfrute (58,0 %) y apropiación conceptual (50,0 %), las cuales reprodujeron patrones documentados en investigaciones sobre aprendizaje basado en problemas y metodologías activas en ciencias de la salud. Sin embargo, la especificidad del ejercicio físico estructurado como mediador pedagógico introdujo una novedad metodológica: la activación simultánea de vías sensoriales, motoras y cognitivas durante el aprendizaje lo cual generó una huella mnésica más robusta que las simulaciones virtuales o los casos clínicos tradicionales.

El presente estudio permitió ampliar los hallazgos sobre la relación ejercicio-aprendizaje en contextos educativos formales. Estudios que documentan mejoras en funciones ejecutivas y memoria de trabajo tras sesiones agudas de ejercicio aeróbico, ⁽²⁴⁾ encontraron su correlato longitudinal en la intervención de 14 semanas, donde los efectos no solo se mantuvieron, sino que se potenciaron mediante la intencionalidad pedagógica. Investigaciones sobre gamificación del conocimiento bioquímico mediante aplicaciones móviles ⁽²⁵⁾ reportaron incrementos similares en la motivación (alrededor de 80,0 %), pero inferiores en retención conceptual a largo plazo comparados con nuestra estrategia somática.

Dichos resultados adquirieron particular relevancia en el contexto específico de la formación médica cubana, donde predominó el modelo expositivo magistral debido a limitaciones infraestructurales. La estrategia propuesta requirió mínimos recursos materiales (espacio abierto, cronómetro, implementos deportivos básicos), lo que la posicionó como una alternativa viable frente a tecnologías de simulación costosas. La



ausencia de deserción (100,0 % retención de la muestra) y el alto grado de satisfacción contrastaron con tasas de desmotivación reportadas en bioquímica médica tradicional, lo que sugirió que el ejercicio físico estructurado podría reconfigurar la percepción estudiantil de las ciencias básicas como "aburridas" o "irrelevantes".

Aunque los resultados fueron consistentes dentro del contexto investigativo, se tuvo que reconocer algunas limitaciones. El diseño cuasi experimental con grupo único impidió establecer relaciones causales estrictas, al no contar con un grupo control pareado. En este sentido, variables extrañas como la maduración académica progresiva de los estudiantes, el posible efecto Hawthorne o modificaciones curriculares concurrentes constituyeron factores que debían considerarse en la interpretación de los resultados.

Asimismo, la muestra de 24 estudiantes, aunque representativa del contexto local, restringió la generalización de los hallazgos a otras facultades médicas cubanas o latinoamericanas con características demográficas distintas.

La medición cualitativa, aunque triangulada, dependió de la subjetividad de las categorías emergentes, lo que introdujo cierto grado de interpretación investigativa. Finalmente, la ausencia de seguimiento a largo plazo (6-12 meses) impidió valorar la permanencia de los aprendizajes adquiridos. Estas limitaciones sugirieron líneas prioritarias para investigaciones futuras: diseños experimentales aleatorios con grupos control, muestras más amplias multiinstitucionales y evaluaciones longitudinales del impacto en el desempeño clínico posterior.

Desde el punto de vista práctico, este estudio ha aportado una estrategia pedagógica validada, sistematizada y reproducible para la enseñanza del metabolismo energético en Medicina. Las sesiones de ejercicio físico estructurado se pudieron integrar fácilmente al currículo existente sin requerir modificaciones estructurales mayores, utilizando el tiempo asignado a prácticas seminternas o talleres integradores. La planificación por demandas energéticas específicas (anaeróbica láctica, aeróbica oxidativa, fosfagénica) ofrecieron un marco didáctico transferible a otras asignaturas de fisiología (sistemas cardiorrespiratorios, homeostasis, respuesta al estrés).



En términos de contribución científica, el trabajo documentó empíricamente la pertinencia del paradigma somático en la educación médica cubana, lo que enriqueció el repertorio metodológico disponible para las ciencias básicas. Los procedimientos de evaluación triangulada (pruebas académicas + observación + autopercepción) constituyeron un modelo analítico aplicable a otras intervenciones activas. Finalmente, los resultados desafiaron el reduccionismo teórico tradicional al posicionar el cuerpo viviente como constructor legítimo del conocimiento fisiológico, abriendo interrogantes filosóficos sobre la epistemología médica contemporánea.

Además de su eficacia académica, los resultados permitieron valorar la eficiencia de la intervención. La estrategia implementada logró mejoras sustanciales en el rendimiento y la motivación estudiantil sin requerir inversiones tecnológicas complejas ni modificaciones curriculares estructurales. El incremento de 22,0 % en el rendimiento promedio y la eliminación de calificaciones deficientes fueron alcanzados mediante recursos mínimos, espacios abiertos, cronómetro e implementos deportivos básicos, lo que demostró una relación favorable entre resultados obtenidos y recursos empleados.

Desde una perspectiva de gestión educativa, la intervención optimizó el tiempo docente al integrar simultáneamente objetivos cognitivos, procedimentales y actitudinales dentro de una misma actividad formativa. A diferencia de metodologías que requirieron plataformas digitales, simuladores de alto costo o software especializado, el ejercicio físico estructurado constituyó una estrategia de bajo costo, alta accesibilidad y fácil replicabilidad en contextos con limitaciones infraestructurales. La ausencia de deserción y los elevados niveles de satisfacción estudiantil reforzaron esta eficiencia pedagógica, al reducir pérdidas asociadas a la desmotivación o al bajo rendimiento académico. En consecuencia, la propuesta no solo fue efectiva en términos de resultados, sino también eficiente en términos de sostenibilidad y escalabilidad dentro del sistema de educación médica cubana.

Consideraciones Finales



Con el presente estudio se confirma que el ejercicio físico estructurado constituye una herramienta pedagógica altamente eficaz para optimizar el aprendizaje del metabolismo energético en estudiantes de Medicina.

La estrategia implementada durante 14 semanas ha incrementado el rendimiento académico de 62,0 % a 84,0 % y alcanza 96,0 % de satisfacción estudiantil lo que hace que se eliminen las calificaciones insuficientes y demuestre superioridad sobre métodos expositivos tradicionales para contenidos bioquímicos abstractos.

Tras la progresión por sistemas energéticos (ATP-PC, glucólisis anaeróbica, oxidativo) se permite vivenciar directamente producción de ATP, transiciones metabólicas y respuestas fisiológicas, lo que facilita el aprendizaje significativo mediante anclajes somáticos concretos.

Referencias bibliográficas

1. Perticarrari A, Oliveira Figueiredo A. El aprendizaje basado en modelos mantiene a los alumnos activos y con atención sostenida. Rev.Eureka. 2022[citado 12/11/2025];19(3):310201. Disponible en: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3102.
2. Batista Garcet Y, Villavicencio Cedeño LB. Uso de aprendizaje inteligente y rutinas del pensamiento en la enseñanza de la Bioquímica Médica. Educación Médica Superior. 2025[citado 02/01/2026];39:e4667. Disponible en: <https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/4667/1647>
3. de la Rosa Marín M, Solernou Mesa IA, Marrero Hidalgo MM. Aprendizaje significativo y su aplicación en la educación médica. REMS. 2023[citado 14/02/2025];37(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412023000300011&lng=es.
4. Castillo Montes M, Ramírez Santana M. Experiencia docente en la aplicación de metodologías activas de aprendizaje en la educación superior enfermera. 2022[citado



22/05/2025];31(2):134-38. Disponible en:
<https://scielo.isciii.es/pdf/index/v31n2/1132-1296-index-31-02-134.pdf>

5.Inguanzo Marrero MÁ, Otero Brande J. Autoejercitación del ejercicio físico en los estudiantes de Educación Física de la Educación Superior. Rev Podium. 2024[citado 22/05/2025];19(1). Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-24522024000100018&lng=es

6.Valle Flores JA, Olvera Vera LA, Rosado Álvarez MM, Albán Jácome GE, Quezada Calle ER. Percepción terapéutica del ejercicio físico y su asociación con rutina, evaluación médica y conocimiento. Retos. 2025[citado 14/12/2025];67:1377-84. Disponible en:
<https://revistaretos.org/index.php/retos/article/view/115175/83578>

7.Rodríguez Guardado MS, Gaeta González ML. Estrategias para el aprendizaje y motivación en el área de la salud. Cuestiones Pedagógicas. 2024[citado 14/12/2025];1(33):247-62. Disponible en:
<https://revistascientificas.us.es/index.php/Cuestiones-Pedagogicas/article/view/25276/22795>

8.Salazar Blanco OF, Valdéz Fernández AL. Motivación, aprendizaje y currículo en educación médica: estado del arte. Magis Rev Int Investig Educ. 2024[citado 14/12/2025];17:1-22. Disponible en: [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/MAGIS/17\(2024\)/6942720004/index.html](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/MAGIS/17(2024)/6942720004/index.html)

9.García Arévalo LM, Bello Fernández GD, Guerra Sánchez R de la C, Arévalo Nueva L de la C, Tamayo Solis YM. La actividad física como alternativa terapéutica para elevar la calidad de vida de la población. Revdosdic 2019[citado 14/12/2024];2(1):47-55. Disponible en: <https://revdosdic.sld.cu/index.php/revdosdic/article/view/22/21>

10.García Gascón Ángel, Querts Méndez Odalis, Martínez Gascón Fernando, Quesada Vidal Santiago. Estrategia pedagógica para la formación profesional en ciencias biomédicas. MEDISAN. 2015[citado 12/10/2024];19(2):266-72. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v19n2/san17192.pdf>

11.Garzón Fernández R, Ortega Recalde O, Ondo Méndez A, del Riesgo Prendes L, Castillo Rivera F, Pinzón-Daza ML et al. Recursos para la enseñanza-aprendizaje de temas complejos de Bioquímica en la educación médica. Educ Med Super 2017[citado



- 14/12/2025];31(3):31-44. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v31n3/a05_ems_985.pdf
- 12.Cevallos Chancay GJ, Vera Viteri LV, Cuadros Ocampo CI, Zambrano Chavarría ME. Actividades didácticas para el aprendizaje del estudio del metabolismo celular en estudiantes de tercero de Bachillerato. Estud. Desarro. Soc. Cuba Am. Lat. 2024[citado 14/12/2025];12(2):457-71. Disponible en:
<https://revistas.uh.cu/revflacso/article/view/10026/8613>
- 13.Espinoza Freire EE. La evaluación de los aprendizajes. Conrado 2022[citado 14/12/2025];18(85):120-27. Disponible en:
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2267/2197>
- 14.Torres Álvarez A, Álvarez Escobar MC. Exigencias al desempeño profesional docente en Medicina para un proceso formativo de calidad. RIIED. 2021[citado 22/11/2024];2(2):67-76. Disponible en:
<https://www.riied.org/index.php/v1/article/view/21/39>
- 15.Gonzabay Bravo EM, Castro Flores LA, Ruiz Lucin AA, vera Mosquera LV. La enseñanza y aprendizaje a nivel superior. Una revisión sistemática. 2025[citado 22/01/2026];9(2):19-34. Disponible en:
<https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/1517/2494>
- 16.De la Peña Consuegra G, Velázquez Ávila RM. Algunas reflexiones sobre la teoría general de sistemas y el enfoque sistémico en las investigaciones científicas. Rev Cubana Educ Super. 2018[citado 22/11/2024];37(2):31-44. Disponible en:
<http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v37n2/rces03218.pdf>
- 17.Calahorro Cañada F, Torres Luque G, Lara Sánchez AJ. La percepción subjetiva de esfuerzo como herramienta válida para la monitorización de la intensidad del esfuerzo en competición de jóvenes futbolistas. CPD. 2014[citado 22/03/2025];14(1):75-82. Disponible en:
<http://scielo.isciii.es/pdf/cpd/v14n1/art08.pdf>
- 18.Piñera Castro HJ, Ruiz González LA. Influencia de la actividad física en los procesos cognitivos. Rev. Cuban Med. 2022[citado 19/02/2024];61(3):e2667. Disponible en:
<http://scielo.sld.cu/pdf/med/v61n3/1561-302X-med-61-03-e2667.pdf>



- 19.Grisales Bermúdez C, González Gómez A, Morant Ramírez H, Álvarez Gallego MM. Impacto del síndrome de burnout y la actividad física en el rol docente universitario. Revisión documental. Rev Colomb Cienc Soc. 2025[citado 17/05/2025];16(1):209-39. Disponible en: <https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/RCCS/article/view/4811/4447>
- 20.Rosales Ricardo Y, Caiza Ruiz V, Álvarez Carrión S. Síndrome de Burnout en estudiantes de Cultura Física. MyS. 2024[citado 17/05/2025];53-6. Disponible en: <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6413/7122>
- 21.Bonal Ruiz Rolando, Vergel John, Sotomayor Escalona Reina. De la formación basada en competencias a las actividades profesionales encomendables. Rev haban cienc méd. 2022[citado 12/11/2024];21(1):e4465. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rhcm/v21n1/1729-519X-rhcm-21-01-e4465.pdf>
- 22.Ayala Rueda CI, Dibut Toledo LS. La actualización curricular como estrategia para la formación integral de estudiantes. Conrado 2020[citado 11/05/2024];16(75):93-102. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rc/v16n75/1990-8644-rc-16-75-93.pdf>
- 23.Casquete Cevallos RM, Ormaza Esmeraldas EC. Metodologías activas en la motivación de estudiantes del bachillerato. Maestro Soc. 2024[citado 17/01/2026]:268-77. Disponible en: <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6688/7924>
- 24.Cerda Vega E, Irrarrázabal Guerra C, Sabja Sepúlveda L, Guajardo Sandoval N, Roa Chiarleoni N, Morales Sánchez V, et al. Effects of aerobic, strength, and combined exercise on cognitive functions in older adults: a systematic review. Retos. 2024 [citado 17/01/2026];60:1341-55. Disponible en: <https://revistaretos.org/index.php/retos/article/view/107701>
- 25.Alemán I, Patiño Torres M. Estrategia de enseñanza basada en gamificación en la asignatura Bioquímica de la carrera de Medicina. Rev Digit Postgrado. 2025[citado 17/01/2026];14(3):e435. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_dp/article/view/31764/144814496744&ved=2ahUK



Ewi7_vD_sISTAxUQZABHaGIIbwQFnoECB0QAQ&usg=AOvVaw0nQOzYiwB95tbW-Xi4vngW

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de autoría

- Conceptualización: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino, Lic. Florencia Batista Prieto.
- Curación de datos: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino, Lic. Florencia Batista Prieto.
- Análisis formal: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino, Lic. Florencia Batista Prieto.
- Investigación: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino.
- Metodología: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino,
- Administración del proyecto: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino
- Recursos: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino, Lic. Florencia Batista Prieto.
- Software: M.Sc. Lenier Borges Primelles, Lic. Florencia Batista Prieto.
- Supervisión: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino
- Validación: M.Sc. Lenier Borges Primelles
- Verificación: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino, Lic. Florencia Batista Prieto.
- Visualización: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino, Lic. Florencia Batista Prieto.
- Redacción – revisión y edición: M.Sc. Lenier Borges Primelles, M.Sc. Isabel Primelles Justino, Lic. Florencia Batista Prieto.

M.Sc. Lenier Borges Primelles. 50 %



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

M.Sc. Isabel Primelles Justino. 30 %

Lic. Florencia Batista Prieto. 20 %

Revisores: Dr.C. Maribel Brull González

Dr. C Adolfo Rafael Lambert Delgado

Correctora: Lic. Eslaine Regalado Juan

