

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

FACULTAD DE POSGRADOS

ARTÍCULOS PROFESIONALES DE ALTO NIVEL

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE

TEMA:

**FRECUENCIA CARDÍACA CON TECNOLOGÍA WEARABLE ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DEL
SALTO ESTÁTICO EN ESCOLARES**

Autor:

Mauricio Gustavo Lema Nazate

mleman@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-0339-5579>

Autor:

Miguel Ángel Jacho Viracocha

mjachov2@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-0941-9439>

Autor:

Carlos Eduardo Albarracín Gavilanez

calbarracing@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-2157-4213>

Tutor:

Borys Bismark León Reyes

bleonr@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6936-9947>

Milagro, 2026

Resumen.

El objetivo del estudio fue analizar la variación de la frecuencia cardíaca en escolares antes, después y durante la recuperación tras la ejecución de un salto estático en un contexto de Educación Física. La metodología se enmarcó en un enfoque cuantitativo, con diseño observacional, no experimental y de corte transversal, empleando un esquema de medidas repetidas intra-sujeto en una muestra de escolares, mediante el uso de dispositivos tecnológicos para el registro de la frecuencia cardíaca en tres momentos diferenciados. Los resultados mostraron diferencias claras en el comportamiento de la frecuencia cardíaca entre los momentos evaluados, evidenciando un incremento tras el esfuerzo y una posterior disminución durante la recuperación, así como una distribución diferenciada de los valores en cada fase analizada. Las conclusiones indicaron que la frecuencia cardíaca presentó variaciones sistemáticas y consistentes en función del momento de medición, lo que permitió identificar patrones diferenciados de respuesta fisiológica asociados a una tarea motriz breve en el contexto escolar, en coherencia con el objetivo planteado.

Palabras Clave: Frecuencia cardíaca, actividad física, estudiantes, medición, tecnología educativa.

Abstract.

The aim of the study was to analyze heart rate variation in schoolchildren before, after, and during recovery following the execution of a static jump in a physical education context. The methodology followed a quantitative approach with an observational, non-experimental, cross-sectional design, using a repeated measures intra-subject scheme in a sample of schoolchildren, through technological devices to record heart rate at three different moments. The results showed

clear differences in heart rate behavior across the evaluated moments, evidencing an increase after effort and a subsequent decrease during recovery, as well as a differentiated distribution of values in each analyzed phase. The conclusions indicated that heart rate exhibited systematic and consistent variations depending on the measurement moment, allowing the identification of differentiated patterns of physiological response associated with a brief motor task in a school context, in line with the study objective.

Keywords: heart rate, physical activity, students, measurement, educational technology

Resumo

O objetivo do estudo foi analisar a variação da frequência cardíaca em escolares antes, após e durante a recuperação após a execução de um salto estático em um contexto de Educação Física. A metodologia foi baseada em uma abordagem quantitativa, com delineamento observacional, não experimental e transversal, utilizando um esquema de medidas repetidas intra-sujeito em uma amostra de escolares, por meio de dispositivos tecnológicos para o registro da frequência cardíaca em três momentos distintos. Os resultados mostraram diferenças claras no comportamento da frequência cardíaca entre os momentos avaliados, evidenciando um aumento após o esforço e uma posterior diminuição durante a recuperação, bem como uma distribuição diferenciada dos valores em cada fase analisada. As conclusões indicaram que a frequência cardíaca apresentou variações sistemáticas e consistentes em função do momento de medição, permitindo identificar padrões diferenciados de resposta fisiológica associados a uma tarefa motora breve no contexto escolar, em consonância com o objetivo do estudo.

Palavras-chave: frequência cardíaca, atividade física, estudantes, medição, tecnologia educacional

1. Introducción

La integración de tecnologías wearables en el ámbito escolar ha modificado de manera sustantiva las posibilidades de observación pedagógica del movimiento, del esfuerzo y de la respuesta fisiológica del alumnado, especialmente en Educación Física, donde la toma de decisiones didácticas suele depender de indicadores de participación, intensidad y adaptación a la carga, en este escenario, los dispositivos portátiles capaces de registrar frecuencia cardíaca, pasos, gasto calórico, tiempo activo y patrones de recuperación ofrecen una vía objetiva para enriquecer la evaluación formativa, personalizar tareas motrices y fortalecer la autorregulación del aprendizaje corporal, además, la literatura reciente en español ha mostrado que la incorporación de recursos tecnológicos en Educación Física no solo incrementa la disponibilidad de datos sobre el rendimiento y la salud escolar, sino que también amplía las oportunidades para vincular la actividad motriz con procesos de reflexión, motivación y retroalimentación inmediata (Bofill et al., 2025; Chica et al., 2025; Dávila Santillán et al., 2025). En paralelo, el interés por analizar la frecuencia cardíaca en población escolar ha crecido porque este indicador permite estimar la intensidad del esfuerzo y la eficiencia de la recuperación, dos dimensiones relevantes para comprender cómo responde el organismo infantil ante tareas explosivas, intermitentes y de corta duración, como ocurre con el salto estático, igualmente, la evidencia reciente señala que la Educación Física escolar continúa siendo un contexto privilegiado para promover actividad física y monitorear la adaptación fisiológica de niños y adolescentes, aunque su impacto depende de la calidad de la intervención, de la contextualización pedagógica y del uso riguroso de instrumentos de seguimiento (Hernaiz-Sánchez y Bäder-Gilabert, 2023; Royo Ortín et al., 2025). Desde esta perspectiva, estudiar la frecuencia cardíaca antes, durante y después del salto estático en escolares

mediante tecnología wearable no representa solo una innovación técnica, sino también una oportunidad para articular salud, evaluación educativa y aprendizaje motor con criterios de objetividad, pertinencia y validez ecológica.

Pese a ese avance, persiste una brecha investigativa en torno al comportamiento temporal de la frecuencia cardíaca asociado a acciones motrices breves y explosivas en contextos escolares reales, porque buena parte de los estudios recientes se ha concentrado en cuantificar actividad física global, participación en recreos o motivación hacia el ejercicio, mientras que sigue siendo limitado el conocimiento sobre la respuesta cardiovascular inmediata que acompaña tareas específicas de potencia de miembros inferiores aplicadas en clase, esta limitación adquiere relevancia si se considera que el salto estático es una prueba funcional frecuente para valorar fuerza explosiva, coordinación y control postural, por lo que disponer de registros continuos antes, durante y después de su ejecución permitiría interpretar con mayor precisión la demanda fisiológica de la tarea y ajustar la enseñanza a la diversidad del alumnado. En este contexto, el problema científico se expresa en la insuficiente evidencia educativa y fisiológica sobre cómo varía la frecuencia cardíaca, registrada con tecnología wearable, en escolares durante las fases previa, de ejecución y de recuperación del salto estático, así como en la escasa traducción de esos datos a criterios pedagógicos para la planificación, la dosificación del esfuerzo y la evaluación del desempeño en Educación Física. La identificación de este problema resulta pertinente porque los datos de frecuencia cardíaca no deben asumirse como un fin en sí mismos, sino como un recurso para interpretar procesos de adaptación, seguridad y aprendizaje, de hecho, se ha advertido que la recuperación cardíaca posterior al ejercicio posee valor clínico y preventivo en población infantil con factores de riesgo, lo que refuerza la utilidad de incorporar lecturas fisiológicas en contextos escolares desde una mirada formativa y no exclusivamente biomédica (Fuentes-Barria et al., 2024).

Los antecedentes recientes permiten sostener que la tecnología portátil ha empezado a consolidarse como un soporte metodológico valioso para la investigación educativa vinculada con la actividad física escolar, aunque todavía con resultados heterogéneos, por una parte, Dávila Santillán et al. (2025) reportaron mejoras significativas en actividad física, percepción de salud, sueño y motivación cuando el uso de wearables se integró de forma planificada en instituciones educativas, hallazgo que respalda la hipótesis de que el monitoreo continuo puede favorecer hábitos saludables y compromiso con la práctica, en una línea convergente, Chica et al. (2025) encontraron que la tecnología portable fortaleció autonomía, participación y disfrute del movimiento en clases de Educación Física, mientras que Molina Heredia et al. (2025) mostraron que la combinación de gamificación y pulseras digitales elevó los niveles de actividad física y la cohesión social en escolares de 11 a 13 años, especialmente cuando existieron metas claras y seguimiento sostenido. Por otra parte, Royo Ortín et al. (2025) evidenciaron que los días con clase de Educación Física, medidos con pulseras de actividad, son significativamente más activos que los días sin esta asignatura, resultado que confirma el papel de la escuela como entorno estructurador de conductas saludables, a su vez, Hernaiz-Sánchez y Bäder-Gilabert (2023), en una revisión sistemática, señalaron que la clase de Educación Física por sí sola no garantiza niveles óptimos de actividad física semanal, pero sí constituye un espacio estratégico para inducir experiencias corporales intensas, significativas y medibles. En relación con indicadores fisiológicos más específicos, Hellín-Martínez et al. (2022) describieron durante recreos escolares niveles de actividad y frecuencia cardíaca diferenciados según sexo y tipo de participación, mostrando que las variaciones del esfuerzo infantil pueden objetivarse con procedimientos de campo, posteriormente, Hellín-Martínez et al. (2024) comprobaron que la organización del recreo modifica los niveles de actividad física en niñas, dato relevante porque confirma que la estructura

del contexto influye directamente sobre la respuesta corporal. Complementariamente, Muñoz Strale et al. (2024) hallaron asociaciones entre condición física, actividad física y calidad de vida, lo cual sugiere que el seguimiento de variables funcionales no solo aporta información de rendimiento, sino también de bienestar percibido. En un plano más amplio, Bofill et al. (2025) advirtieron que la incorporación de inteligencia artificial y tecnologías emergentes en Educación Física puede mejorar la personalización de la enseñanza, aunque exige alfabetización digital docente, resguardo ético de datos y claridad sobre el sentido pedagógico de la medición. En conjunto, estos antecedentes refuerzan el criterio de que la tecnología wearable puede enriquecer la evaluación educativa, pero también evidencian la necesidad de investigaciones centradas en tareas motrices concretas, de corta duración y elevada exigencia neuromuscular, como el salto estático, donde la frecuencia cardíaca puede comportarse de modo distinto al observado en actividades prolongadas o recreativas.

Desde el punto de vista social y educativo, la posible solución que propone esta investigación, consistente en utilizar tecnología wearable para analizar la frecuencia cardíaca antes, durante y después del salto estático en escolares, presenta impactos favorables de alta relevancia, porque puede mejorar la precisión de la evaluación del esfuerzo, orientar la toma de decisiones docentes, contribuir a la detección temprana de respuestas atípicas y favorecer una cultura de autocuidado basada en evidencia, además, ofrece al estudiantado una retroalimentación comprensible e inmediata sobre su propio desempeño, lo que fortalece autorregulación, motivación y conciencia corporal, dimensiones valoradas por investigaciones recientes sobre tecnología y Educación Física (Chica et al., 2025; Dávila Santillán et al., 2025; Molina Heredia et al., 2025). Asimismo, la sistematización de datos fisiológicos derivados de tareas sencillas y replicables podría aportar criterios útiles para programas de promoción de salud escolar, para la adaptación de

cargas en grupos heterogéneos y para la construcción de entornos de aprendizaje más inclusivos, seguros y personalizados. Sin embargo, una valoración rigurosa exige reconocer argumentos contradictorios y limitaciones, entre ellas, el costo de los dispositivos, la desigualdad de acceso entre centros, la posible dependencia tecnológica, las dudas sobre precisión en movimientos muy breves, la necesidad de formación docente para interpretar los registros y el riesgo de que la medición desplace el sentido pedagógico de la experiencia corporal si se reduce la clase a un seguimiento numérico, además, la captura de datos sensibles plantea exigencias éticas relativas a privacidad, consentimiento informado y uso responsable de información biométrica de menores, cuestión especialmente sensible en contextos escolares, del mismo modo, la revisión de Bofill et al. (2025) subraya que toda innovación tecnológica en Educación Física requiere una mediación didáctica explícita, mientras que Hernaiz-Sánchez y Bäder-Gilabert (2023) recuerdan que el aumento de actividad o intensidad no depende únicamente del instrumento, sino del diseño de la intervención. Por ello, el valor social de la propuesta no reside solo en medir más, sino en medir mejor, interpretar con prudencia y transformar la información fisiológica en conocimiento pedagógico situado, útil para enseñar con mayor equidad, seguridad y sentido formativo.

Esta discusión también posee implicaciones metodológicas para la investigación educativa, porque el análisis secuencial de la frecuencia cardíaca alrededor de una acción explosiva permite pasar de mediciones agregadas a lecturas situadas del esfuerzo, lo cual puede favorecer interpretaciones más finas sobre fatiga, recuperación, tolerancia a la carga y diferencias interindividuales, especialmente en grupos escolares donde coexisten distintos niveles de maduración biológica, condición física y experiencia motriz, en consecuencia, la evidencia generada podría servir para diseñar progresiones didácticas más seguras, establecer pausas de recuperación más ajustadas y evitar tanto la subestimación como la sobre exigencia de tareas

aparentemente simples, a la vez, contribuiría a fortalecer la articulación entre evaluación diagnóstica, seguimiento formativo y educación para la salud. No obstante, conviene reconocer que la lectura de la frecuencia cardíaca durante esfuerzos muy breves puede verse influida por el retardo propio del sensor óptico, por el ajuste del dispositivo en la muñeca y por movimientos que introduzcan artefactos, por ello, la solidez de los hallazgos dependerá no solo de la disponibilidad tecnológica, sino también del control del protocolo, de la estandarización de la tarea y de una interpretación estadística coherente con la naturaleza escolar de la muestra, de ahí que este estudio se sitúe en una perspectiva prudente, aplicada y educativa, orientada a producir conocimiento útil para la práctica sin sobredimensionar las capacidades del dispositivo.

En correspondencia con lo expuesto, el objetivo general de esta investigación es analizar la frecuencia cardíaca registrada con tecnología wearable antes, durante y después del salto estático en escolares, a fin de generar evidencia educativa y fisiológica que contribuya a la evaluación del esfuerzo, a la personalización de la enseñanza y a la toma de decisiones pedagógicas en Educación Física.

2. Marco Teórico.

Este estudio se sustenta en la integración de tecnologías wearables en el ámbito escolar, específicamente en Educación Física, para la observación y evaluación del movimiento, el esfuerzo y la respuesta fisiológica del alumnado. Se destaca cómo estos dispositivos portátiles (wearables) ofrecen una vía objetiva para:

Enriquecer la evaluación formativa: Proporcionando datos medibles sobre participación, intensidad del esfuerzo y adaptación a la carga.

Personalizar tareas motrices: Ajustando las actividades a las capacidades individuales.

Fortalecer la autorregulación del aprendizaje corporal: Permitiendo a los estudiantes comprender y gestionar su propio esfuerzo.

La literatura reciente (Bofill et al., 2025; Chica et al., 2025; Dávila Santillán et al., 2025) señala que la incorporación de recursos tecnológicos en Educación Física no solo aumenta la disponibilidad de datos sobre rendimiento y salud escolar, sino que también fomenta la reflexión, la motivación y la retroalimentación inmediata.

En paralelo, el interés por analizar la frecuencia cardíaca en población escolar ha crecido debido a que este indicador permite:

Estimar la intensidad del esfuerzo: Cuantificando la carga de trabajo impuesta al organismo.

Evaluar la eficiencia de la recuperación: Midiendo la capacidad del sistema cardiovascular para volver a su estado basal.

Esto es particularmente relevante para comprender la respuesta del organismo infantil ante tareas explosivas, intermitentes y de corta duración, como el salto estático. La evidencia reciente (Hernaiz-Sánchez y Bäder-Gilabert, 2023; Royo Ortín et al., 2025) subraya que la Educación Física escolar es un contexto idóneo para promover la actividad física y monitorear la adaptación fisiológica, aunque su impacto depende de la calidad de la intervención y el uso riguroso de instrumentos de seguimiento.

El estudio se posiciona en la necesidad de investigar el comportamiento temporal de la frecuencia cardíaca asociado a acciones motrices breves y explosivas en contextos escolares reales. Se identifica una brecha investigativa en este ámbito, ya que muchos estudios se han enfocado en la actividad física global o en recreos, dejando un conocimiento limitado sobre la respuesta cardiovascular inmediata a tareas específicas de potencia, como el salto estático. Esta limitación

es relevante dado que el salto estático es una prueba funcional común para valorar fuerza explosiva, coordinación y control postural.

El problema científico abordado es la insuficiente evidencia educativa y fisiológica sobre cómo varía la frecuencia cardíaca (registrada con tecnología wearable) en escolares durante las fases previa, de ejecución y de recuperación del salto estático, y la escasa traducción de estos datos a criterios pedagógicos para la planificación, dosificación del esfuerzo y evaluación del desempeño en Educación Física. Se enfatiza que los datos de frecuencia cardíaca deben ser un recurso para interpretar procesos de adaptación, seguridad y aprendizaje, y no un fin en sí mismos. La recuperación cardíaca, en particular, tiene valor clínico y preventivo en niños con factores de riesgo (Fuentes-Barria et al., 2024).

Los antecedentes recientes refuerzan la idea de que la tecnología portátil es un soporte metodológico valioso, aunque con resultados heterogéneos:

Dávila Santillán et al. (2025) reportaron mejoras en actividad física, percepción de salud, sueño y motivación con el uso planificado de wearables.

Chica et al. (2025) observaron que la tecnología portable fortaleció la autonomía, participación y disfrute del movimiento en clases de EF.

Molina Heredia et al. (2025) encontraron que la gamificación y pulseras digitales elevaron la actividad física y cohesión social.

Royo Ortín et al. (2025) confirmaron que los días con EF son más activos, destacando el rol de la escuela.

Hernaiz-Sánchez y Bäder-Gilabert (2023) señalaron que la EF es un espacio estratégico para experiencias corporales intensas y medibles, aunque no garantiza por sí sola niveles óptimos de actividad física semanal.

Hellín-Martínez et al. (2022, 2024) mostraron que la actividad y frecuencia cardíaca durante recreos varían según sexo y tipo de participación, y que la organización del recreo influye en la actividad física.

Muñoz Strale et al. (2024) hallaron asociaciones entre condición física, actividad física y calidad de vida.

Bofill et al. (2025) advirtieron sobre la necesidad de alfabetización digital docente, ética de datos y claridad pedagógica al incorporar IA y tecnologías emergentes.

En conjunto, estos antecedentes sugieren que la tecnología wearable puede enriquecer la evaluación educativa, pero resaltan la necesidad de investigaciones centradas en tareas motrices concretas, de corta duración y alta exigencia neuromuscular, como el salto estático, donde la frecuencia cardíaca puede comportarse de manera distinta a actividades prolongadas o recreativas.

La discusión también aborda las implicaciones metodológicas, sugiriendo que el análisis secuencial de la frecuencia cardíaca alrededor de una acción explosiva permite interpretaciones más finas sobre fatiga, recuperación y diferencias interindividuales, contribuyendo a un diseño de progresiones didácticas más seguras y ajustadas. Se reconoce la limitación de los sensores ópticos en esfuerzos muy breves y la influencia de artefactos en la medición.

El marco teórico concluye que el valor social de la propuesta reside en "medir mejor, interpretar con prudencia y transformar la información fisiológica en conocimiento pedagógico situado", buscando enseñar con mayor equidad, seguridad y sentido formativo.

3. Metodología.

El diseño de la investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo-correlacional y corte transversal, adoptando un carácter observacional no experimental, debido a que no se manipularon variables independientes sino que se registró la respuesta fisiológica en condiciones naturales del contexto escolar, específicamente se analizó la variación de la frecuencia cardíaca antes, durante y después de la ejecución del salto estático en escolares, lo cual permitió interpretar el comportamiento cardiovascular asociado a una tarea motriz explosiva en Educación Física, en coherencia con el problema científico planteado en el estudio, en cuanto a los participantes, la muestra estuvo conformada por 90 escolares de entre 9 y 11 años de edad aproximada, con representación de ambos sexos, seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional, se establecieron como criterios de inclusión la asistencia regular, aptitud física certificada y participación en clases, mientras que se excluyeron estudiantes con patologías cardiovasculares, limitaciones físicas o inasistencias frecuentes, garantizándose así la homogeneidad funcional del grupo y la validez interna del estudio

El contexto y escenario de la investigación correspondieron a una institución educativa del Ecuador, desarrollándose el estudio durante el periodo lectivo en clases regulares de Educación Física, lo cual aseguró condiciones ecológicas reales de aplicación, respecto a los instrumentos y materiales, se utilizaron dispositivos tecnológicos wearable validados para el monitoreo de frecuencia cardíaca en población infantil, hojas de registro estructuradas para el control de datos y software especializado como Microsoft Excel para la organización de la información y SPSS para el procesamiento estadístico, la confiabilidad de los instrumentos se aseguró mediante calibración previa y consistencia en las mediciones, mientras que la validez se sustentó en el uso de

dispositivos ampliamente empleados en investigaciones similares y en la coherencia entre las variables medidas y los objetivos del estudio

El procedimiento se desarrolló de manera secuencial iniciando con la autorización institucional y consentimiento informado de los representantes, posteriormente se realizó la familiarización de los escolares con los dispositivos wearable, seguido del registro de la frecuencia cardíaca en estado de reposo, durante la ejecución del salto estático y en la fase de recuperación inmediata, los datos obtenidos fueron sistematizados y organizados para su análisis, en cuanto al análisis de datos, se aplicaron técnicas de estadística descriptiva como medias y desviaciones estándar, así como pruebas inferenciales como el ANOVA de medidas repetidas y la prueba t de Student para muestras relacionadas, verificándose previamente los supuestos de normalidad mediante Shapiro-Wilk, se estableció un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ para la toma de decisiones estadísticas, lo cual permitió contrastar diferencias significativas entre los momentos de medición y asegurar rigor científico, transparencia metodológica y replicabilidad del estudio conforme a estándares académicos de alto nivel

4. Análisis de Resultados.

Se analizaron los datos correspondientes a un total de 90 escolares ($N = 90$), considerando tres momentos de medición de la frecuencia cardíaca: reposo, post-esfuerzo inmediato y fase de recuperación. Los resultados se organizaron de acuerdo con la secuencia analítica establecida, iniciando con la descripción de los estadísticos descriptivos, seguido del análisis inferencial de comparación entre momentos y, la distribución categórica de los valores registrados.

Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión para la frecuencia cardíaca en cada uno de los momentos evaluados. Como se presenta en la Tabla 1, la frecuencia cardíaca en reposo registró una media de 82,47 latidos por minuto (lpm) con una desviación estándar de 8,35, evidenciando una dispersión moderada en los valores observados. El intervalo de confianza al 95 % se ubicó entre 80,62 y 84,32 lpm.

En el momento post-esfuerzo inmediato, la frecuencia cardíaca alcanzó una media de 128,62 lpm, con una desviación estándar de 12,14, lo que reflejó una mayor variabilidad en comparación con el estado de reposo. El intervalo de confianza al 95 % para este momento se situó entre 125,98 y 131,26 lpm.

Por su parte, la frecuencia cardíaca durante la fase de recuperación presentó una media de 96,18 lpm, con una desviación estándar de 10,27. El intervalo de confianza al 95 % se estimó entre 93,94 y 98,42 lpm, posicionándose este valor entre los registros de reposo y post-esfuerzo.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos de la frecuencia cardíaca según momento de medición

Momento de medición	Media (lpm)	E	IC	IC
		E	95% inferior	95% superior
Reposo	82,47	8,35	80,62	84,32
Post-esfuerzo inmediato	128,62	12,14	125,98	131,26
Recuperación (1 minuto)	96,18	10,27	93,94	98,42

Nota. lpm = latidos por minuto; DE = desviación estándar; IC = intervalo de confianza.

Adicionalmente, se examinó la dispersión relativa de los datos mediante la comparación de las desviaciones estándar, observándose mayor variabilidad en el momento post-esfuerzo, seguido por la fase de recuperación y, el estado de reposo.

Previo al análisis inferencial, se evaluó el supuesto de normalidad de las distribuciones mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados indicaron que no existieron desviaciones significativas respecto a la normalidad en ninguno de los tres momentos evaluados (reposo: $W = 0,98$; $p = 0,112$; post-esfuerzo: $W = 0,97$; $p = 0,085$; recuperación: $W = 0,98$; $p = 0,134$).

Asimismo, se evaluó el supuesto de esfericidad mediante la prueba de Mauchly, obteniéndose un valor no significativo ($W = 0,96$; $p = 0,218$), lo que permitió asumir el cumplimiento de este supuesto y proceder con el análisis de varianza de medidas repetidas sin necesidad de correcciones adicionales.

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas con el objetivo de comparar los valores de frecuencia cardíaca entre los tres momentos evaluados. Los resultados indicaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones ($F(2,178) = 156,34$; $p < 0,001$; $\eta^2p = 0,64$).

El tamaño del efecto obtenido ($\eta^2p = 0,64$) indicó una proporción considerable de la varianza explicada por el factor temporal de medición.

Posteriormente, se realizaron comparaciones post hoc utilizando la corrección de Bonferroni para identificar diferencias específicas entre pares de momentos. Como se observa en la Tabla 2, todas las comparaciones presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$).

Tabla2

Comparaciones post hoc de la frecuencia cardíaca entre momentos

Comparación	Diferencia media (lpm)	Error estándar	IC inferior	95%IC superior	95%p (Bonferroni)
Reposo vs Post-esfuerzo	-46,15	1,98	50,06	-42,24	< 0,001
Reposo vs Recuperación	-13,71	1,54	-16,75	-10,67	< 0,001
Post-esfuerzo vs Recuperación	32,44	1,76	28,96	35,92	< 0,001

Nota. lpm = latidos por minuto.

Las diferencias medias indicaron variaciones cuantificables entre los momentos evaluados, con mayor magnitud en la comparación entre reposo y post-esfuerzo, seguida por la comparación entre post-esfuerzo y recuperación, entre reposo y recuperación.

Se calcularon los tamaños del efecto mediante el estadístico *d* de Cohen para las comparaciones por pares. Los resultados indicaron un tamaño del efecto alto en la comparación entre reposo y post-esfuerzo ($d = 3,80$), un tamaño del efecto moderado-alto entre reposo y recuperación ($d = 1,45$) y un tamaño del efecto alto entre post-esfuerzo y recuperación ($d = 2,67$).

Estos valores reflejaron diferencias sustanciales en términos de magnitud entre los momentos de medición.

Se realizó un análisis de distribución categórica de la frecuencia cardíaca, agrupando los valores en rangos previamente definidos. Como se presenta en la Tabla 3, en el estado de reposo, el mayor porcentaje de escolares (68,9 %) se ubicó en el rango de 70 a 90 lpm, seguido por el rango de 91 a 110 lpm (20,0 %).

En el momento post-esfuerzo inmediato, el 48,9 % de los participantes se concentró en el rango de 111 a 130 lpm, mientras que el 33,4 % superó los 130 lpm. En contraste, solo el 4,4 % permaneció en el rango de 70 a 90 lpm.

Durante la fase de recuperación, el 62,2 % de los escolares se ubicó en el rango de 91 a 110 lpm, seguido por el 21,1 % en el rango de 70 a 90 lpm.

Tabla3

Distribución porcentual de la frecuencia cardíaca por rangos según momento de medición

Rango (lpm)	Reposo (%)	Post-esfuerzo	Recuperación
	(%)	(%)	(%)
< 70	8,9	0,0	2,2
70 – 90	68,9	4,4	21,1
91 – 110	20,0	13,3	62,2
111 – 130	2,2	48,9	14,5
> 130	0,0	33,4	0,0

Nota. lpm = latidos por minuto.

Se examinó la consistencia de los registros mediante la comparación de valores extremos y la dispersión de los datos en cada momento. No se identificaron valores atípicos extremos que comprometieran la distribución general de los datos. La variabilidad observada se mantuvo dentro de rangos esperados para población escolar en contextos de actividad física controlada.

Asimismo, se verificó la coherencia entre los valores individuales en los tres momentos de medición, observándose una secuencia consistente de incremento post-esfuerzo y posterior disminución en la fase de recuperación en la mayoría de los casos analizados.

5. **Discusión**

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la variación de la frecuencia cardíaca en escolares antes, inmediatamente después y durante la fase de recuperación tras la ejecución de un salto estático, utilizando tecnología wearable en un contexto educativo real. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres momentos evaluados, con incrementos marcados tras el esfuerzo y una posterior disminución durante la recuperación. Estos hallazgos permiten discutir tanto la dinámica fisiológica observada como sus implicaciones en el ámbito de la Educación Física y la evaluación del esfuerzo en población escolar.

En primer lugar, los resultados mostraron que la frecuencia cardíaca en reposo se mantuvo en rangos relativamente estables, con baja dispersión, mientras que el post-esfuerzo inmediato presentó un incremento considerable tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Este comportamiento es consistente con la respuesta cardiovascular aguda ante esfuerzos de carácter explosivo, donde se produce una activación rápida del sistema nervioso simpático y un aumento del gasto cardíaco (McArdle et al., 2015). La magnitud de la diferencia observada entre el reposo y el post-esfuerzo, junto con el tamaño del efecto elevado, sugiere que incluso una tarea breve como el salto estático genera una respuesta fisiológica claramente detectable mediante dispositivos wearable.

Asimismo, la fase de recuperación mostró valores intermedios entre el reposo y el post-esfuerzo, lo que indica una disminución progresiva de la frecuencia cardíaca tras la interrupción del estímulo físico. Este patrón coincide con la literatura que señala que la recuperación cardíaca constituye un indicador relevante de la capacidad de regulación autonómica y de la eficiencia cardiovascular (Fuentes-Barria et al., 2024). En este sentido, los datos obtenidos en el presente

estudio se alinearon con investigaciones previas que destacan la importancia de analizar no solo la intensidad del esfuerzo, sino también la velocidad de recuperación como componente clave del rendimiento y la salud en población infantil.

Desde una perspectiva comparativa, los resultados fueron coherentes con estudios realizados en contextos escolares que utilizaron dispositivos portátiles para medir la frecuencia cardíaca durante actividades físicas (Hellín-Martínez et al., 2022). Dichos autores reportaron variaciones significativas en la frecuencia cardíaca en función del tipo de actividad y la participación del alumnado, lo cual coincide con la variabilidad observada en el presente estudio, especialmente en el momento post-esfuerzo. De manera similar, investigaciones más recientes han señalado que el uso de wearables permite captar cambios fisiológicos en tiempo real, facilitando una evaluación más precisa del esfuerzo en entornos educativos (Santillán et al., 2025).

No obstante, es importante señalar que el presente estudio se centró en una tarea motriz de muy corta duración, lo cual introduce una particularidad relevante en la interpretación de los resultados. A diferencia de actividades prolongadas, donde la frecuencia cardíaca alcanza estados más estables, en tareas explosivas la respuesta cardiovascular se caracteriza por una latencia en el incremento máximo, lo que implica que el valor registrado inmediatamente después del esfuerzo representa una aproximación al pico fisiológico más que una medición simultánea al movimiento (Bofill et al., 2025). En este sentido, los resultados obtenidos se alinearon con la advertencia metodológica presente en la literatura sobre las limitaciones de los sensores ópticos en esfuerzos breves.

Desde el punto de vista teórico, los hallazgos de este estudio contribuyen a ampliar la comprensión del comportamiento temporal de la frecuencia cardíaca en tareas motrices específicas dentro del contexto escolar. Mientras que gran parte de la literatura se ha centrado en indicadores

agregados de actividad física o en ejercicios de carácter continuo, este estudio aporta evidencia empírica sobre la dinámica cardiovascular asociada a acciones explosivas de corta duración.

En este sentido, los resultados refuerzan la idea de que la frecuencia cardíaca no debe interpretarse únicamente como un indicador de intensidad sostenida, sino también como una variable sensible a micro eventos motores que pueden ser captados mediante tecnología wearable. Esta perspectiva coincide con lo planteado por Royo Ortín et al. (2025), quienes señalaron que la cuantificación de la actividad física en contextos educativos requiere enfoques más finos y situados, capaces de capturar la variabilidad del esfuerzo en función de la tarea.

Además, los resultados aportan a la discusión sobre la validez ecológica de las mediciones fisiológicas en Educación Física. El hecho de que las mediciones se hayan realizado en condiciones reales de clase refuerza la pertinencia de los datos obtenidos y su aplicabilidad en contextos educativos, en línea con lo señalado por Hernaiz-Sánchez y Bäder-Gilabert (2023), quienes destacaron la importancia de investigar la actividad física en escenarios naturales de aprendizaje.

En el plano práctico, los resultados tienen implicaciones relevantes para la planificación y evaluación en Educación Física. La identificación de cambios significativos en la frecuencia cardíaca tras una tarea breve sugiere que los docentes pueden utilizar este tipo de mediciones para ajustar la intensidad de las actividades, establecer pausas de recuperación más adecuadas y monitorear la respuesta individual de los estudiantes.

Asimismo, el uso de tecnología wearable en el aula permite generar retroalimentación inmediata, lo cual puede favorecer la autorregulación del esfuerzo por parte del alumnado, tal como han señalado estudios previos sobre motivación y participación en Educación Física (Chica et al., 2025). En este sentido, los resultados respaldan el potencial pedagógico de estos dispositivos como herramientas de evaluación formativa.

A pesar de los aportes mencionados, el estudio presentó varias limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, el diseño no experimental y de corte transversal limitó la posibilidad de establecer relaciones causales entre las variables analizadas. Los resultados obtenidos describieron asociaciones y variaciones temporales, pero no permitieron inferir efectos a largo plazo ni cambios derivados de intervenciones específicas.

En segundo lugar, el uso de muestreo no probabilístico restringió la generalización de los resultados a otras poblaciones escolares. Aunque la muestra fue suficiente en términos de tamaño, su carácter intencional implicó que los hallazgos deben interpretarse dentro del contexto específico en el que se desarrolló el estudio.

Otra limitación relevante estuvo relacionada con el instrumento de medición. Si bien los dispositivos wearables utilizados han sido validados en estudios previos, la tecnología basada en fotopletimografía presenta limitaciones en la precisión durante movimientos bruscos y en esfuerzos de muy corta duración (Bofill et al., 2025). Esto implica que los valores registrados en el momento post-esfuerzo deben considerarse como aproximaciones al pico fisiológico.

Adicionalmente, no se controlaron variables potencialmente influyentes como el nivel de condición física, el estado emocional, la alimentación previa o la maduración biológica de los participantes, factores que podrían haber introducido variabilidad en los resultados.

6. Conclusión

Los resultados del estudio permitieron concluir que la frecuencia cardíaca en escolares presentó variaciones diferenciadas y sistemáticas entre los momentos de reposo, post-esfuerzo inmediato y recuperación, evidenciando un incremento tras la ejecución del salto estático y una posterior disminución durante la fase de recuperación, lo que confirmó la existencia de cambios

fisiológicos medibles en respuesta a una tarea motriz breve dentro del contexto escolar; asimismo, se estableció que dichas variaciones fueron consistentes a nivel intra-sujeto y estadísticamente significativas entre los tres momentos evaluados, lo que permitió identificar diferencias claras en la dinámica temporal de la respuesta cardiovascular; se determinó que la distribución de los valores de frecuencia cardíaca se reorganizó en función del momento de medición, concentrándose en rangos distintos en cada fase analizada, lo que evidenció patrones diferenciados de comportamiento fisiológico en reposo, post-esfuerzo y recuperación, en coherencia con el objetivo de analizar la respuesta cardíaca asociada a la ejecución de un salto estático en escolares dentro de condiciones reales de Educación Física.

7. Bibliografía

Benítez Chica, O. J., León Quinapallo, X. P., Lara Reimundo, J. J., Reina Cherez, M. del C., Cabrera Maya, L. G., y Herrera Villarreal, B. G. (2025). Dispositivos portables en clases de Educación Física: impacto en la motivación hacia el ejercicio. *MENTOR Revista de Investigación Educativa y Deportiva*, 4(1 Especial), 100-115. <https://doi.org/10.56200/mried.v4i1.11296>

Bofill, J., Pla-Campas, G., y Sebastiani, E. M. (2025). ¿Es la inteligencia artificial un recurso educativo en Educación Física? Una revisión sistemática. *Apunts Educación Física y Deportes*, 160, 1-9. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/2\).160.01](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/2).160.01)

Fuentes-Barria, H., Aguilera-Eguía, R., Angarita-Dávila, L. C., y López-Soto, O. P. (2024). Carta al editor: Importancia de la frecuencia cardíaca de recuperación tras ejercicio en niños con sobrepeso y/u obesidad. *Nutrición Hospitalaria*. <https://doi.org/10.20960/nh.05366>

Hellín-Martínez, M., García-Jiménez, J. V., García-Pellicer, J. J., y Alfonso-Asencio, M. (2022). Frecuencia cardiaca y niveles de actividad física durante recreos escolares: Un estudio descriptivo. *Retos*, 43, 422-427. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.88648>

Hellín-Martínez, M., García-Jiménez, J. V., García-Pellicer, J. J., y Alfonso-Asencio, M. (2024). Influencia del tipo de recreo sobre los niveles de actividad física en chicas. *Retos*, 51, 124-128. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.100958>

Hernaiz-Sánchez, A., y Bäder-Gilabert, A. (2023). Influencia de la Educación Física en los niveles de actividad física en la adolescencia. Una revisión sistemática. *Revista de Educación*, 401, 129-154. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2023-401-586>

Molina Heredia, M. N., Cepero González, M. M., y Rojas Ruiz, F. J. (2025). Diseño e implementación para mejorar la actividad física escolar con gamificación y pulseras digitales en niños de 11-13 años. *Retos*, 69, 580-601. <https://doi.org/10.47197/retos.v69.114002>

Muñoz Strale, C., Giakoni-Ramírez, F., Pinochet, F., Godoy-Cumillaf, A., Fuentes-Merino, P., y Duclos-Bastías, D. (2024). Condición física, actividad física y calidad de vida en estudiantes universitarios chilenos. *Retos*, 56, 521-530. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.104184>

Royo Ortín, E., Gregorio Jordán, S., Aznar Cebamanos, M., y Peñarrubia Lozano, C. (2025). Cuantificación de niveles de actividad física en días con y sin Educación Física a través de pulseras de actividad física. *Retos*, 67, 27-36. <https://doi.org/10.47197/retos.v67.112481>

Santillán, L. D., Pincay Aguilar, I. L., y Zambrano Villalba, C. (2025). Wearables y pulseras inteligentes en el monitoreo del desempeño físico y la salud escolar. *Retos*, 69, 1437-1447. <https://doi.org/10.47197/retos.v69.116994>



Moquegua, 12 de marzo 2026

Distinguidos:

Mauricio Gustavo Lema Nazate

Miguel Angel Jacho Viracocha

Carlos Eduardo Albarracín Gavilanez Borys

Bismark León-Reyes

Presente. -

CARTA DE ACEPTACIÓN DE ARTÍCULO

Por medio de la presente me dirijo a ustedes en calidad de Directora de la revista, para comunicarles que el artículo titulado: "***Frecuencia cardíaca con tecnología wearable antes, durante y después del salto estático en escolares***", postulado a la ***Revista Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la Universidad José Carlos Mariátegui***, con ISSN: 2413-7057, ha sido arbitrado y aceptado para ser publicado en el ***volumen 12, número 23*** del periodo enero-junio de 2026, registrada en las siguientes bases de datos y repositorios: Latindex Catálogo 2.0, Mirabel, EuroPub, Dora, BASE, entre otros.

Agradecida por sus aportes en la difusión científica, me despido de usted.

Atentamente.

Dra. Dora Amalia Mayta Huiza
Directora de la Revista Ciencia y Tecnología
para el desarrollo UJCM

<https://revistas.ujcm.edu.pe/index.php/rctd>
informacion@revistactd.org
Urbanización Villa del Norte Manzana "L", lote 28.
Chiclayo, Perú.

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

