



Wearables y pulseras inteligentes en el monitoreo del desempeño físico y la salud escolar

Wearables and smart bracelets in school health and physical performance monitoring

Autores

Lisbeth Narcisa Dávila Santillán¹
Iván Leonardo Pincay Aguilar¹
Carmen Graciela Zambrano
Villalba¹

¹ Universidad Estatal de Milagro
(Ecuador)

Autor de correspondencia:
Lisbeth Dávila Santillán
ldavilas@unemi.edu.ec

Cómo citar en APA

Dávila Santillán, L., Pincay Aguilar, I. L., &
Zambrano Villalba, C. G. (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>

Resumen

Introducción: El uso de dispositivos tecnológicos portátiles, como los wearables, ha cobrado relevancia en contextos escolares por su capacidad para monitorear en tiempo real indicadores vinculados al desempeño físico y la salud. No obstante, su impacto requiere mayor validación científica.

Objetivo: Analizar el impacto de los wearables y pulseras inteligentes en el monitoreo del desempeño físico y la salud de los estudiantes de instituciones educativas del cantón Milagro, Ecuador.

Metodología: Se aplicó un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental pretest-posttest con grupo control. Participaron 240 estudiantes entre 9 y 12 años, seleccionados mediante muestreo estratificado proporcional y aleatorio sistemático en seis instituciones educativas (tres públicas y tres privadas). El grupo experimental (n=120) utilizó pulseras inteligentes durante seis semanas; el grupo control (n=120) no recibió intervención. Se aplicaron cuestionarios validados, registros docentes y métricas de los dispositivos. El análisis estadístico incluyó pruebas t, ANCOVA, correlación de Pearson y análisis de sensibilidad.

Resultados: El grupo experimental mostró mejoras estadísticamente significativas en actividad física, calidad del sueño, percepción de salud y motivación, en comparación con el grupo control. Estas diferencias se mantuvieron tras ajustar por covariables como el nivel socioeconómico y la actividad física previa.

Discusión: Los hallazgos coinciden con estudios previos, aunque deben interpretarse con cautela por el diseño cuasiexperimental. Factores como la reactividad al dispositivo pudieron influir en los resultados observados.

Conclusiones: El uso de wearables mostró un impacto positivo en el bienestar estudiantil. Se recomienda replicar el estudio con seguimiento longitudinal y diseños experimentales más rigurosos.

Palabras clave

Desempeño, pulseras inteligentes, rendimiento físico, wearables.

Abstract

Introduction: The use of wearable technological devices has gained relevance in school settings due to their ability to monitor real-time indicators related to physical performance and student health. However, their actual impact requires further scientific validation.

Objective: To analyze the impact of wearables and smart wristbands on the monitoring of physical performance and health among students in educational institutions in Milagro, Ecuador.

Methodology: A quantitative approach was applied using a quasi-experimental pretest-posttest design with a control group. The sample consisted of 240 students aged 9 to 12, selected through stratified proportional and systematic random sampling in six schools (three public and three private). The experimental group (n=120) used smart wristbands for six weeks, while the control group (n=120) received no intervention. Validated questionnaires, teacher records, and device metrics were used. Statistical analysis included t-tests, ANCOVA, Pearson correlation, and sensitivity analysis.

Results: The experimental group showed statistically significant improvements in physical activity, sleep quality, health perception, and motivation compared to the control group. These differences remained after adjusting for covariates such as socioeconomic status and previous physical activity levels.

Discussion: Findings align with previous research but should be interpreted cautiously due to the quasi-experimental design. Reactivity to the device may have influenced participant behavior during the intervention.

Conclusions: The use of wearables had a positive impact on student well-being. Further studies with longitudinal follow-up and more rigorous experimental designs are recommended to confirm effectiveness and support educational integration.

Keywords

Performance, smart wristbands, physical achievement, wearables.



Introducción

En los últimos años, el uso de dispositivos tecnológicos portátiles (conocidos como wearables) ha revolucionado el monitoreo de la salud personal, facilitando la recolección y el análisis continuo de datos fisiológicos (Polit y Beck, 2021). Estos dispositivos, como pulseras inteligentes y relojes biométricos, permiten registrar información en tiempo real relacionada con la actividad física, el sueño, la frecuencia cardíaca y otros indicadores relevantes (Huaroto y Alvarado, 2022; Solis y Casanca, 2022). Según Albin y Rasmussen (2021), estos avances pueden generar impactos tanto positivos como negativos, dependiendo del uso y la interpretación de los datos. Por su parte, Wang et al. (2024) comentan que el mal manejo o la falta de alfabetización digital en los usuarios puede conducir a una interpretación errónea de la información, generando ansiedad o prácticas de salud contraproducentes.

Este potencial de monitoreo y retroalimentación en tiempo real no solo ha transformado la gestión de la salud individual, sino que también ha abierto nuevas posibilidades de aplicación en contextos colectivos, como el entorno educativo. En este particular, los wearables han emergido como herramientas prometedoras para promover la salud y el bienestar en la población escolar. Investigaciones como las de Estévez (2021) y Herrera et al. (2021) destacan que estos dispositivos ofrecen oportunidades para monitorear el rendimiento físico de los estudiantes, al mismo tiempo que facilitan intervenciones tempranas. De igual manera, Kizdarbekova et al. (2024) complementan esta idea al afirmar que la recopilación de datos biométricos en tiempo real permite personalizar estrategias educativas y de salud dentro del entorno escolar, contribuyendo así a una atención más adaptada a las necesidades individuales.

Ahora bien, desde el enfoque de la promoción de la salud, diversos estudios han evidenciado que el uso de wearables puede incentivar cambios positivos en los estilos de vida de niños y adolescentes. Por ejemplo, Benítez et al. (2020) reportaron mejoras significativas en los hábitos alimenticios y niveles de actividad física tras una intervención escolar basada en tecnología portátil y redes sociales. Asimismo, López et al. (2022), al integrar el aspecto de la salud y el de la educación, sostienen que esto no solo permite un seguimiento más riguroso del rendimiento, sino que también incrementa la motivación de los estudiantes al proveer retroalimentación inmediata.

Dicha situación puede analizarse a través de diversas teorías, no obstante, el presente estudio se sustenta principalmente en la Teoría Cognitiva Social de Bandura (1986), que plantea que el comportamiento humano está influido por una interacción recíproca entre factores personales, conductuales y ambientales. En este contexto, los wearables actúan como mediadores entre estos tres factores: por un lado, permiten a los estudiantes observar su propio desempeño físico (factores conductuales); por otro, proporcionan retroalimentación en tiempo real, que refuerza la percepción de autoeficacia (factor personal); y finalmente, generan un entorno de refuerzo social, especialmente cuando los datos se comparan con docentes o compañeros, promoviendo comparaciones positivas y reconocimiento. Al fomentar la autorregulación, la motivación intrínseca y la participación activa en actividades físicas, estos dispositivos reflejan directamente los mecanismos propuestos por Bandura. Por ello, su aplicación en el presente estudio se justifica como una herramienta no solo tecnológica, sino también pedagógica, capaz de incidir en la formación de hábitos saludables a través del aprendizaje social y el refuerzo de la conducta saludable.

Complementariamente, el estudio adopta de manera secundaria el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) de Davis (1989) y el Modelo de Promoción de la Salud de Pender (1996), los cuales permiten ampliar la comprensión del fenómeno. El TAM facilita interpretar cómo la percepción de utilidad y facilidad de uso influye en la aceptación de los wearables por parte de docentes y estudiantes. Si los usuarios perciben que la tecnología mejora su desempeño educativo o su salud, y que su uso no es complejo, es más probable que la integren en su rutina escolar. Por su parte, el Modelo de Promoción de la Salud enfatiza cómo las experiencias previas, las influencias sociales y las percepciones personales influyen en la toma de decisiones relacionadas con la salud, lo cual es especialmente útil para entender los cambios de comportamiento promovidos por estas tecnologías en adolescentes. En conjunto, estos marcos conceptuales permiten articular una mirada integral que contempla no solo la dimensión pedagógica del uso de wearables, sino también los factores individuales y sociales que inciden en su apropiación.

A pesar del creciente interés institucional, la aplicación de wearables en contextos escolares aún enfrenta desafíos importantes. Uno de los vacíos principales identificados en la literatura es la falta de

evidencia científica robusta sobre su impacto a largo plazo en la salud física y emocional de los estudiantes (Creaser et al., 2021; Wang et al., 2024). Además, aunque se han reportado casos exitosos de implementación (como el uso de brazaletes para monitorear la temperatura corporal durante la pandemia de COVID-19 en China (González, 2022; Solís y Casanca, 2023)), persisten preocupaciones relacionadas con la privacidad de los datos, la equidad en el acceso y la sostenibilidad de estas iniciativas (Vargas, 2024; Kapoor et al., 2020).

En este sentido, el presente estudio busca superar dichas limitaciones al centrarse en una aplicación sistemática, continua y contextualizada del uso de wearables en instituciones educativas, evaluando su impacto desde una perspectiva pedagógica, técnica, ética y de salud integral. A diferencia de estudios previos que han abordado experiencias aisladas, de corta duración o centradas exclusivamente en aspectos tecnológicos, esta investigación incorpora un enfoque multidimensional que considera la interacción entre el dispositivo, el entorno educativo y los sujetos que lo utilizan. Esta perspectiva integral constituye un aporte original y necesario para llenar vacíos existentes en la literatura académica y para orientar futuras intervenciones institucionales basadas en evidencia.

En este contexto, se torna necesario analizar el fenómeno desde marcos teóricos que permitan comprender la adopción y el impacto de estas tecnologías en entornos educativos.

A partir de lo anterior, se plantea como pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto del uso de wearables y pulseras inteligentes en el monitoreo del desempeño físico y la salud de los estudiantes en instituciones educativas del cantón Milagro, Ecuador?

De esta pregunta general se deriva el siguiente objetivo principal: Analizar el impacto de los wearables y pulseras inteligentes en el monitoreo del desempeño físico y la salud de los estudiantes de instituciones educativas del cantón Milagro, Ecuador.

Y los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la efectividad de estos dispositivos en la promoción de hábitos saludables, como la práctica de actividad física regular, el descanso adecuado y la autorregulación del esfuerzo, mediante indicadores como pasos diarios, frecuencia cardíaca, niveles de sueño y alertas de sedentarismo.
- Identificar los beneficios y limitaciones técnicas, pedagógicas y éticas de su implementación en entornos escolares, considerando aspectos como la infraestructura tecnológica, la aceptación docente y la privacidad de los datos.
- Proponer recomendaciones para su integración efectiva, ética y equitativa en las instituciones escolares, considerando los marcos legales de protección de datos y la necesidad de capacitación docente continua.

Con este abordaje, el estudio busca aportar evidencia empírica que sirva de base para la construcción de estrategias educativas innovadoras y sostenibles que promuevan el bienestar integral de los estudiantes mediante el uso responsable de tecnologías portátiles.

Método

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental de tipo pre-test-posttest con grupo control no equivalente, con el objetivo de evaluar el impacto del uso de wearables sobre indicadores de salud física y hábitos saludables en escolares. Este diseño permite observar diferencias antes y después de la intervención en un grupo experimental, comparándolas con un grupo control que no recibe la intervención, lo cual fortalece la validez interna sin requerir asignación aleatoria (Bisquerra, 2009; Cook y Campbell, 1979).

El alcance fue explicativo y correlacional, ya que se buscó identificar tanto cambios atribuibles a la intervención como relaciones entre el uso de tecnología portátil y variables relacionadas con la salud y el comportamiento físico de los estudiantes (Hernández et al., 2014).

Participantes

La población estuvo conformada por estudiantes de cuarto a séptimo año de educación básica (edades entre 9 y 12 años) del cantón Milagro, Ecuador. Se seleccionaron seis instituciones educativas (tres públicas y tres privadas) mediante muestreo estratificado proporcional, considerando variables como tipo de gestión, localización geográfica (urbano/rural) y disponibilidad de infraestructura deportiva. A partir de los estratos definidos, se aplicó un muestreo aleatorio sistemático para seleccionar a los participantes.

La muestra quedó conformada por un total de 240 estudiantes, distribuidos equitativamente entre un grupo experimental ($n=120$) y un grupo control ($n=120$). La cantidad de participantes fue determinada mediante un cálculo de poder estadístico con un nivel de confianza del 95 %, un poder del 80 % y un tamaño de efecto medio ($d = 0.5$), según los parámetros sugeridos por Cohen (1988), utilizando el software G*Power 3.1.

Los criterios considerados fueron los siguientes:

Criterios de inclusión:

- Ser estudiante regular de 4.º a 7.º grado.
- Tener entre 9 y 12 años.
- Contar con consentimiento informado firmado por los representantes legales.
- No presentar enfermedades crónicas que limiten su actividad física.
- Participar voluntariamente durante toda la duración del estudio.

Criterios de exclusión:

- Ausencias prolongadas o faltas reiteradas de uso del dispositivo.
- Condiciones médicas que impidan la actividad física regular.
- Uso incorrecto del dispositivo detectado en seguimiento técnico.

La muestra quedó constituida según la Tabla 1:

Tabla 1. Distribución de la muestra por institución educativa y grupo

Tipo de institución	Grupo experimental	Grupo control	Total
Pública	60	60	120
Privada	60	60	120
Total	120	120	240

Nota. Elaboración propia.

Seguidamente, se muestra la Tabla 2 con la distribución de la muestra por sexo:

Tabla 2. Distribución de la muestra por sexo

Sexo	z	Cantidad	Porcentaje
Masculino		65	54.2 %
Femenino		55	45.8 %
Total		120	100 %

Nota. Elaboración propia.

Procedimiento

El proceso de recolección de datos se llevó a cabo en cuatro fases sucesivas. En la primera fase (planificación y consentimiento), se estableció contacto con directivos y docentes de las instituciones participantes. Se realizaron reuniones informativas con padres, representantes y estudiantes, en las que se explicó la naturaleza del estudio, sus beneficios, y las garantías éticas, incluyendo confidencialidad, voluntariedad y derecho a retirarse en cualquier momento, según lo establecido por la Declaración de Helsinki.



En la segunda fase (medición inicial) se aplicó el cuestionario estructurado a ambos grupos (experimental y control), y se registraron variables de base como nivel socioeconómico, actividad física previa (medida con el IPAQ-A) y acceso a infraestructura deportiva escolar. Estos datos sirvieron para identificar posibles covariables a controlar en el análisis.

En la tercera fase (intervención), al grupo experimental se le asignaron pulseras inteligentes Xiaomi Mi Band 6, configuradas para registrar pasos diarios, frecuencia cardíaca, tiempo activo, calidad del sueño y gasto calórico. La intervención se realizó durante un período continuo de seis semanas. Se contó con cuatro técnicos certificados en tecnología educativa y salud escolar, quienes actuaron únicamente como apoyo técnico, sin asumir funciones pedagógicas ni intervenir en el trabajo directo con los estudiantes. Estos técnicos fueron responsables de la implementación y seguimiento de los dispositivos, siguiendo protocolos estandarizados que incluían la configuración previa del dispositivo (basado en edad, sexo y peso), sincronización semanal con la app Zepp Life, respaldo de datos y revisión de registros de actividad. La verificación de datos incluyó tres criterios: 1) consistencia en el uso diario (mínimo 5 días por semana), 2) congruencia entre datos registrados y ficha observacional del docente, y 3) control de registros atípicos mediante revisión cruzada con bitácoras. Cualquier caso con datos incompletos o inconsistentes fue documentado y considerado en el análisis de sensibilidad.

En la cuarta fase (medición final), se aplicó nuevamente el cuestionario estructurado a ambos grupos. Además, los docentes de Educación Física completaron fichas de observación estructurada semanal para cada estudiante, registrando participación, asistencia, dificultades técnicas y percepción general del uso del dispositivo. Estas fichas se utilizaron exclusivamente como herramienta de control técnico, con el fin de verificar la fidelidad de la implementación, sin que sus contenidos fueran objeto de análisis cualitativo sistemático. Este instrumento permitió triangular datos cuantitativos con observaciones generales del contexto escolar, manteniendo el enfoque cuantitativo del estudio.

Para la recolección de datos se utilizaron dos instrumentos principales: El primero fue la pulsera inteligente Xiaomi Mi Band 6, que permitió registrar cinco métricas fisiológicas: pasos diarios, tiempo activo, frecuencia cardíaca, calidad del sueño y gasto calórico. Estos datos fueron sincronizados semanalmente con la aplicación Zepp Life, enlazada a una base de datos institucional con encriptación AES de 256 bits.

El segundo fue un cuestionario estructurado, diseñado para medir cinco dimensiones: hábitos de actividad física (4 ítems), calidad del sueño (3 ítems), percepción general de salud (3 ítems), motivación hacia la actividad física (4 ítems) y actitudes hacia el uso del dispositivo (3 ítems). La validación del cuestionario se realizó mediante juicio de expertos ($n=6$), obteniéndose un coeficiente V de Aiken de 0.91 para validez de contenido. La confiabilidad fue evaluada a través de un estudio piloto con 40 estudiantes, obteniéndose un alfa de Cronbach de 0.86. Además, se exploró la validez de constructo mediante análisis factorial exploratorio ($KMO=0.81$, prueba de Bartlett $p<0.001$), lo que respalda la estructura interna del instrumento.

Análisis de datos

Los datos recolectados fueron procesados con el software IBM SPSS v.27. Inicialmente se aplicaron técnicas de análisis descriptivo para establecer frecuencias, medias, desviaciones estándar y porcentajes en cada una de las variables estudiadas (George y Mallery, 2020). Posteriormente, se realizaron pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors) para determinar la distribución de los datos. Para el análisis inferencial, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas en el grupo experimental y en el grupo control, comparando los valores pre y post intervención. Asimismo, se utilizó la prueba t para muestras independientes para comparar las diferencias entre ambos grupos. Con el objetivo de controlar las posibles covariables (como el nivel socioeconómico y la actividad física previa), se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), ajustando las medias post intervención según estas variables. También se calcularon coeficientes de correlación de Pearson entre la frecuencia de uso del dispositivo y los cambios observados en hábitos saludables. Finalmente, se desarrolló un análisis de sensibilidad excluyendo los casos con uso irregular del dispositivo, con el fin de verificar la estabilidad de los resultados. Para el tratamiento de datos faltantes, se aplicó imputación múltiple en los casos con menos del 10 % de ausencia de datos; los casos con más del 20 % de datos perdidos fueron excluidos del análisis. El nivel de significancia estadística fue establecido en $p < 0.05$ para todas las pruebas.



Resultados

Los resultados se presentan en función de los objetivos específicos del estudio y del análisis cuasiexperimental realizado. Se compararon las mediciones pretest y posttest en el grupo experimental y en el grupo control para evaluar los efectos del uso de dispositivos wearables sobre indicadores de actividad física, salud percibida y calidad del sueño. Asimismo, se analizaron correlaciones, se controlaron covariables mediante ANCOVA y se reportaron los efectos de interacción y análisis de sensibilidad.

Comparación de indicadores fisiológicos recolectados por wearables

Durante las seis semanas de intervención, las pulseras Xiaomi Mi Band 6 recolectaron datos fisiológicos del grupo experimental. La Tabla 3 muestra los promedios semanales de pasos diarios, tiempo activo, frecuencia cardíaca en reposo, calidad del sueño y gasto calórico estimado en las semanas 1 y 6. Se observó un incremento estadísticamente significativo en todos los indicadores al finalizar la intervención. Además, se calcularon los tamaños del efecto mediante la prueba de Cohen's d para cada indicador, a fin de valorar la magnitud real de los cambios observados:

- Pasos diarios: $d = 1.75$ (efecto grande)
- Tiempo activo (min/día): $d = 1.52$ (efecto grande)
- Frecuencia cardíaca en reposo: $d = 0.82$ (efecto moderado)
- Calidad del sueño: $d = 1.03$ (efecto grande)
- Gasto calórico: $d = 1.29$ (efecto grande)

Estos resultados sugieren que la intervención tuvo un impacto considerable en los patrones de actividad física y descanso. En el caso específico de los pasos diarios, se pasó de un promedio de 4,182 a 6,204 pasos, lo que representa un incremento del 48.3 %. Aunque este aumento es estadísticamente significativo y presenta un efecto grande, sigue estando por debajo de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establece un mínimo de 10,000 pasos diarios para niños y adolescentes (OMS, 2020). No obstante, el cambio alcanzado en seis semanas constituye un avance sustantivo hacia ese umbral, especialmente si se considera el contexto escolar y la línea base inicial.

Tabla 3. Comparación de métricas fisiológicas del grupo experimental (Semana 1 vs Semana 6)

Indicador	Semana 1 (Media \pm DE)	Semana 6 (Media \pm DE)	t (gl=119)	p	Cohen's d
Pasos diarios	4,182 \pm 1,021	6,204 \pm 1,256	-13.42	< .001	1.75
Tiempo activo (min/día)	27.3 \pm 10.5	43.7 \pm 12.2	-11.76	< .001	1.52
Frecuencia cardíaca (ppm)	86.7 \pm 9.3	79.4 \pm 8.6	7.23	< .001	0.82
Calidad del sueño (1-10)	6.1 \pm 1.7	7.8 \pm 1.5	-8.94	< .001	1.03
Gasto calórico (kcal/día)	1,128 \pm 212	1,418 \pm 247	-10.31	< .001	1.29

Nota. Prueba t para muestras relacionadas. N = 120. Los tamaños del efecto se calcularon con la fórmula de Cohen (d), considerando como referencia la desviación estándar combinada.

Comparación pretest-posttest de cuestionario estructurado

Se analizaron los resultados del cuestionario estructurado aplicado antes y después de la intervención, tanto en el grupo experimental como en el grupo control. La Tabla 4 muestra los resultados del grupo experimental y la Tabla 5 los del grupo control. Solo el grupo experimental evidenció mejoras estadísticamente significativas en todas las dimensiones.

Tabla 4. Grupo experimental: comparación pretest-posttest del cuestionario

Dimensión	Pretest (Media \pm DE)	Posttest (Media \pm DE)	t (gl=119)	p
Hábitos de actividad física	2.98 \pm 0.62	3.87 \pm 0.58	-11.85	< .001
Calidad del sueño	3.12 \pm 0.74	3.91 \pm 0.71	-9.64	< .001
Percepción general de salud	3.45 \pm 0.65	4.02 \pm 0.59	-8.03	< .001
Motivación hacia la actividad física	3.23 \pm 0.61	4.05 \pm 0.57	-10.17	< .001
Actitudes hacia el uso del wearable	3.41 \pm 0.68	4.20 \pm 0.54	-9.72	< .001

Tabla 5. Grupo control: comparación pretest-postest del cuestionari

Dimensión	Pretest (Media \pm DE)	Posttest (Media \pm DE)	t (gl=119)	p
Hábitos de actividad física	2.96 \pm 0.63	3.02 \pm 0.61	-1.11	.269
Calidad del sueño	3.08 \pm 0.69	3.10 \pm 0.71	-0.42	.676
Percepción general de salud	3.44 \pm 0.60	3.48 \pm 0.59	-0.75	.453
Motivación hacia la actividad física	3.21 \pm 0.67	3.25 \pm 0.64	-0.85	.397
Actitudes hacia el uso del wearable	3.38 \pm 0.72	3.40 \pm 0.68	-0.28	.782

Antes de aplicar los análisis inferenciales, se evaluó la distribución de los datos mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors, tanto para el grupo experimental como para el grupo control, en las mediciones pretest y posttest de todas las dimensiones del cuestionario. Como se muestra en la Tabla 6, los valores de significancia (p) fueron superiores a .05 en todos los casos, lo cual indica que las puntuaciones no difieren significativamente de una distribución normal. Esta condición permitió el uso de pruebas paramétricas como la t de Student para muestras relacionadas e independientes, el análisis de covarianza (ANCOVA) y la correlación de Pearson en los análisis posteriores.

Tabla 6. Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors

Dimensión	Grupo	Momento	Estadístico K-S	Sig. (p)
Hábitos de actividad física	Experimental	Pretest	0.067	.200
		Posttest	0.054	.200
	Control	Pretest	0.073	.200
		Posttest	0.069	.200
Calidad del sueño	Experimental	Pretest	0.065	.200
		Posttest	0.059	.200
	Control	Pretest	0.070	.200
		Posttest	0.062	.200
Percepción general de salud	Experimental	Pretest	0.058	.200
		Posttest	0.055	.200
	Control	Pretest	0.062	.200
		Posttest	0.060	.200
Motivación hacia la actividad física	Experimental	Pretest	0.069	.200
		Posttest	0.057	.200
	Control	Pretest	0.072	.200
		Posttest	0.063	.200
Actitudes hacia el uso del wearable	Experimental	Pretest	0.071	.200
		Posttest	0.060	.200
	Control	Pretest	0.075	.200
		Posttest	0.066	.200

Nota. Prueba Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors. Todos los valores de significancia fueron $> .05$, indicando que los datos no difieren significativamente de una distribución normal.

Comparación entre grupos y control de covariables

Para analizar diferencias entre el grupo experimental y el grupo control tras la intervención, se aplicó un análisis de covarianza (ANCOVA), controlando las covariables de tipo de institución educativa, nivel socioeconómico y nivel de actividad física previa. La Tabla 7 muestra las medias ajustadas posttest y los resultados del ANCOVA.

Tabla 7. Medias ajustadas posttest entre grupos (ANCOVA)

Dimensión	Experimental (Media ajustada)	Control (Media ajustada)	F (1, 236)	p	η^2 parcial
Hábitos de actividad física	3.88	3.01	89.41	$< .001$.275
Calidad del sueño	3.90	3.11	67.24	$< .001$.222
Percepción general de salud	4.01	3.47	49.66	$< .001$.174
Motivación hacia la actividad física	4.04	3.23	78.82	$< .001$.251
Actitudes hacia el uso del wearable	4.18	3.39	84.07	$< .001$.263

Nota. Covariables controladas: tipo de institución, nivel socioeconómico y actividad física previa.

Correlaciones y análisis de sensibilidad

Se exploró la relación entre la frecuencia de uso del dispositivo (registrada como días efectivos de uso) y los cambios en las dimensiones del cuestionario. Se encontraron correlaciones positivas y significativas, como se muestra en la Tabla 8.



Tabla 8. Correlaciones entre frecuencia de uso del wearable y dimensiones del cuestionario

Dimensión	r de Pearson	p
Hábitos de actividad física	.492	< .001
Calidad del sueño	.436	< .001
Percepción general de salud	.402	< .001
Motivación hacia la actividad física	.511	< .001
Actitudes hacia el uso del wearable	.489	< .001

Nota. Elaboración propia.

Además, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad con el objetivo de evaluar la estabilidad de los resultados obtenidos ante la posible influencia de datos atípicos o inconsistentes relacionados con el uso del dispositivo. Para ello, se identificaron y excluyeron los casos que presentaron uso irregular de los wearables ($n=14$), definido como la falta de sincronización de los datos en más del 30 % de los días del periodo de intervención (menos de 18 días sincronizados de los 30 posibles), así como reportes de mal funcionamiento técnico no corregido o evidencias de uso discontinuo según las bitácoras de seguimiento técnico.

Una vez excluidos estos casos, se repitieron los análisis estadísticos principales (t de Student para muestras relacionadas, ANCOVA y correlaciones de Pearson). Los resultados mostraron que las diferencias entre pretest y posttest en el grupo experimental se mantuvieron estadísticamente significativas en todas las dimensiones del cuestionario ($p < .001$), y los efectos observados conservaron una magnitud similar a la encontrada en el análisis completo. Por ejemplo, en la dimensión de “hábitos de actividad física,” la media posttest ajustada se mantuvo en 3.89 (vs. 3.88 en el análisis completo), y la motivación hacia la actividad física conservó un efecto moderado-alto (η^2 parcial = .247). Asimismo, las correlaciones entre frecuencia de uso del dispositivo y mejora en los hábitos saludables continuaron siendo significativas, con variaciones marginales en los coeficientes ($r = .498$ en lugar de $r = .511$).

Estos hallazgos indican que la exclusión de los casos con uso inconsistente no alteró de forma sustantiva los patrones generales observados, lo cual refuerza la robustez, consistencia y validez interna de los resultados. El análisis de sensibilidad, por tanto, proporciona evidencia adicional de que los efectos identificados no son atribuibles a sesgos ocasionados por fallos técnicos, mal uso del dispositivo o problemas de registro, sino que responden a una tendencia sólida asociada a la intervención mediante tecnologías portátiles.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren una asociación positiva entre el uso de dispositivos wearables y mejoras en indicadores relacionados con el bienestar físico y hábitos saludables en estudiantes de educación básica. Sin embargo, debido al diseño cuasiexperimental implementado, estas asociaciones deben interpretarse con cautela y no deben asumirse como evidencia de causalidad. El aumento observado en los pasos diarios, el tiempo de actividad física y la calidad del sueño podría estar influenciado por múltiples factores contextuales, incluyendo la motivación inicial de los participantes, la novedad del dispositivo o la percepción de estar siendo observados, fenómenos consistentes con el efecto Hawthorne.

Al considerar investigaciones previas, se encuentra consonancia con los hallazgos de López et al. (2022), quienes identificaron que los wearables pueden influir positivamente en la motivación y participación del estudiantado en clases de educación física, gracias a la retroalimentación inmediata que ofrecen. Sin embargo, su estudio se basó en un enfoque de revisión sistemática, lo que limita las comparaciones directas con investigaciones de campo como la presente. Del mismo modo, Bardus et al. (2020) destacan que los elementos de funcionalidad y estética en dispositivos tecnológicos inciden en su nivel de aceptación, lo que podría explicar la alta adherencia observada durante las seis semanas de intervención, pero no necesariamente implica un impacto directo en la salud.

El trabajo de Benítez et al. (2020) también respalda la relación entre intervenciones tecnológicas y la mejora de hábitos saludables en escolares, aunque su propuesta se apoyó en redes sociales como elemento central, lo cual representa un componente externo que no fue considerado en este estudio. Albin y Rasmussen (2021), por su parte, advierten que la lectura de datos fisiológicos puede inducir a interpretaciones erróneas si no hay acompañamiento formativo, lo cual se relaciona con el hallazgo de mayor



efectividad en estudiantes con uso frecuente y adecuado del dispositivo. Esto refuerza la necesidad de que futuras investigaciones incorporen variables de alfabetización digital y acompañamiento docente.

En cuanto a la validez interna, es importante reconocer posibles amenazas no controladas como la maduración natural de los participantes (especialmente en un rango etario en pleno desarrollo), eventos externos no medidos (historia), o la regresión a la media, especialmente en estudiantes que presentaban valores extremos en el pretest. Si bien se realizaron análisis de sensibilidad y se ajustaron los datos por covariables relevantes como el nivel socioeconómico y la actividad física previa mediante ANCOVA, estos controles estadísticos no suplen las limitaciones propias de la ausencia de aleatorización o de un diseño experimental puro.

Estudios como el de Wang et al. (2024), que trabajaron con diseños longitudinales en programas escolares de salud, han mostrado resultados más robustos al incorporar controles y seguimientos a largo plazo. Por lo tanto, si bien los hallazgos de la presente investigación son alentadores, deben considerarse como evidencia preliminar sobre la viabilidad y el potencial del uso de wearables en entornos educativos, y no como prueba concluyente de su efectividad. Tal como señalan Creaser et al. (2021), el uso de estas tecnologías en población escolar requiere de estudios con múltiples fases, contemplando tanto el uso técnico como el impacto emocional, pedagógico y social.

Desde una perspectiva ética, se reconoce la importancia del consentimiento informado, el resguardo de la confidencialidad y la encriptación de los datos biométricos recolectados, particularmente tratándose de una población menor de edad. No obstante, se procuró ir más allá de estos principios básicos mediante la devolución responsable de resultados tanto a las escuelas como a las familias participantes. Al finalizar la intervención, se elaboraron informes individuales por estudiante (con lenguaje accesible) que fueron entregados a los representantes legales a través de los docentes de Educación Física, destacando tendencias generales y recomendaciones orientativas. Además, se realizó una sesión informativa en cada institución participante para compartir los hallazgos agregados y discutir posibles estrategias de seguimiento escolar desde un enfoque preventivo. Estas acciones buscaron fomentar la transparencia, la corresponsabilidad y el uso formativo de los datos sin generar alarmismo ni emitir diagnósticos médicos.

Por otra parte, es necesario mencionar una limitación técnica que atraviesa este tipo de estudios: la mayoría de los dispositivos wearables de consumo masivo no han sido validados científicamente para medir con precisión indicadores fisiológicos en niños o adolescentes, especialmente en contextos escolares donde las condiciones de uso pueden variar. Aunque las pulseras Xiaomi Mi Band 6 utilizadas en este estudio han demostrado aceptable confiabilidad en estudios previos con adultos, su precisión en población infantil sigue siendo objeto de debate académico. Esto podría influir en la exactitud de algunos registros, y, por ende, en la interpretación final de los datos.

En ese sentido, aunque el presente estudio se llevó a cabo en el cantón Milagro, no puede asumirse que sus resultados son extrapolables automáticamente a otras zonas geográficas o poblacionales. Cualquier sugerencia de aplicabilidad debe realizarse bajo condiciones similares de contexto, infraestructura y acompañamiento docente, y con estudios adicionales que refuercen la representatividad y confiabilidad de los hallazgos.

Finalmente, se reconoce que factores como el entusiasmo inicial por la tecnología, la participación voluntaria o las expectativas del entorno institucional pudieron haber influido en los resultados. Estas condiciones deben ser contempladas en futuras investigaciones que busquen establecer relaciones más sólidas, preferiblemente mediante diseños experimentales con grupo control aleatorizado y seguimiento longitudinal.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten identificar tendencias asociadas al uso de dispositivos wearables en estudiantes de educación básica, especialmente en variables relacionadas con la actividad física, la percepción de salud, la calidad del sueño y la motivación hacia hábitos saludables. Si bien se observaron mejoras significativas en el grupo que utilizó estos dispositivos durante un periodo

de seis semanas, estos hallazgos deben interpretarse como indicios preliminares y no como evidencia concluyente, debido a las limitaciones propias del diseño cuasiexperimental utilizado.

La implementación de los wearables en el entorno escolar demostró ser factible y bien aceptada por parte del estudiantado, lo que resalta su potencial como herramienta de apoyo en programas educativos orientados al bienestar físico. Elementos como la retroalimentación inmediata, el registro autónomo de indicadores y la visualización gráfica de los progresos parecen haber contribuido al compromiso de los participantes, aunque no puede descartarse el efecto de variables externas no controladas, como la motivación inicial o la influencia del contexto institucional.

A pesar de estos resultados alentadores, la ausencia de un grupo control aleatorizado, la falta de seguimiento longitudinal y la posible influencia de factores como el efecto Hawthorne o la regresión a la media constituyen limitaciones sustanciales que impiden establecer conclusiones firmes sobre la eficacia de la intervención. Asimismo, aunque se ajustaron estadísticamente algunas covariables, no fue posible controlar todos los factores contextuales que podrían haber influido en los cambios observados.

Por tanto, se recomienda considerar esta investigación como un estudio exploratorio, que puede servir como base para futuras investigaciones con diseños metodológicos más robustos. En particular, se sugiere la replicación del estudio con grupos control aleatorizados, mayor tiempo de intervención, seguimiento longitudinal y análisis multivariado que permita aislar efectos específicos del uso de wearables. Además, sería pertinente incluir variables relacionadas con la alfabetización digital, la percepción docente y la infraestructura institucional, que podrían incidir significativamente en la implementación sostenible de estas tecnologías en el contexto escolar.

Finalmente, se considera que la intervención desarrollada es potencialmente replicable en otros contextos, incluso en entornos con recursos limitados, ya que no requirió inversiones elevadas ni infraestructura tecnológica compleja. Los dispositivos utilizados fueron de costo accesible y su operación fue sencilla, lo cual facilita su implementación en instituciones con limitaciones presupuestarias, siempre que se cuente con una planificación pedagógica clara y un acompañamiento técnico básico. Esta viabilidad operativa refuerza el valor práctico de la propuesta, aunque su aplicación en diferentes contextos deberá ajustarse a las particularidades locales y evaluarse con criterios éticos, técnicos y educativos adecuados.

Referencias

- Albin, B., y Rasmussen, A. (2021). Modelo tecnológico para el monitoreo y análisis del nivel de estrés cardíaco utilizando wearables. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656674/AlbinC_B.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Bardus, M., Van Beurden, S., Smith, J., y Abraham, C. (2020). A review and content analysis of engagement, functionality, aesthetics, information quality, and change techniques in the most popular commercial apps for physical activity. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-00959-9>
- Benítez, J., Arias, N., García, M. T., Martínez, M., y García, I. (2020). Feasibility of Social-Network-Based eHealth Intervention on the Improvement of Healthy Habits among Children. *Sensors*, 20(5), 2–11. <https://doi.org/10.3390/s20051404>
- Bianchi, C., Tuzovic, S., y Kuppelwieser, V. (2022). Investigating the drivers of wearable technology adoption for healthcare in South America. *Information Technology and People*, 36(2), 916–939. <https://doi.org/10.1108/ITP-01-2021-0049>
- Bisquerra, R. (2009). Metodología de la investigación educativa. Editorial La Muralla, S.A.
- Cook, T., y Campbell, D. (1979). Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings. Houghton Mifflin.
- Creaser, A., Cledes, S., Costa, S., Hall, J., Ridgers, N., Barber, S., y Bingham, D. (2021). The Acceptability, Feasibility, and Effectiveness of Wearable Activity Trackers for Increasing Physical Activity in Children and Adolescents: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 2–28. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126211>

- Estévez, M. (2021). Estudio sobre la actividad física en adolescentes a través del uso de wearables. [Tesis de Maestría, Universidad de la Laguna] <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/23676/ESTUDIO%20SOBRE%20LA%20ACTIVIDAD%20FISICA%20EN%20ADOLESCENTES%20A%20TRAVES%20DEL%20USO%20DE%20WEARABLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- George, D., y Mallery, P. (2020). IBM SPSS Statistics 27 Step by Step: A Simple Guide and Reference (16th ed.). Routledge.
- González, E. (2022). Dispositivo Wearable basado en IoT para monitoreo de la salud en pacientes con COVID-19. [Tesis de Maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla] <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/87e78cfa-e0bd-4470-8180-1e99e61c3018/content>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (7.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Herrera, E., Guallar, P., y Carballo, M. (2021). Wearable health devices in school settings: Current trends and future directions. *Journal of Medical Systems*, 45(12), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10916-021-01812-5>
- Huaroto, L., y Alvarado, V. (2022). Sistema de monitoreo para identificar el comportamiento fisiológico de la salud mental utilizando wearables. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/667862/Alvarado_MV.pdf?sequence=20&isAllowed=y
- Kapoor, V., Singh, R., Reddy, R., y Churi, P. (2020). Privacy Issues in Wearable Technology: An Intrinsic Review [Discurso principal]. Proceedings of the International Conference on Innovative Computing & Communications (ICICC). <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3566918>
- Kizdarbekova, M., Kenjayeva, B., y Murzabekov, M. (2024). Forecasting sports-related injuries using wearable devices and data analysis method. *Retos*, 58, 1125 – 1133. <https://doi.org/10.47197/retos.v58.109162>
- López, J. F., Sánchez, P. A., y Tapia, M. A. (2022). The role of wearable devices in physical education: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 2 – 10. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031205>
- Polit, D., y Beck, C. (2021). Nursing research: Generating and assessing evidence for nursing practice (11th ed.). Wolters Kluwer.
- Solis, L., y Casanca, M. (2022). Solución tecnológica de monitoreo de radiación UV para la prevención de enfermedades cutáneas a través de un wearable. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/661148/Solis_ML.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Vargas, I. (2024). La privacidad en el ámbito deportivo: una discusión desde la captura y tratamiento de datos sensibles a través de wearables. *Retos*, 60, 279 – 286. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9719194>
- Wang, Y., Zhao, X., y Chen, J. (2024). Integrating wearable technology into school health programs: Evidence from a longitudinal pilot study. *Health Education Journal*, 83(2), 123–138. <https://doi.org/10.1177/00178969231219232>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Lisbeth Dávila Santillán
Iván Leonardo Pincay Aguilar
Carmen Graciela Zambrano Villalba

lisbethdavidasantillan@gmail.com
ipincaya@unemi.edu.ec
czambranov@unemi.edu.ec

Autor/a
Autor/a
Autor/a

