

Artículo original

Impacto del ejercicio físico en los sistemas cardiovascular y respiratorio: revisión sistemática en el contexto educativo

Impact of physical exercise on the cardiovascular and respiratory systems: a systematic review in the educational context

Impacto do exercício físico nos sistemas cardiovascular e respiratório: revisão sistemática no contexto educacional

Juan Diego Dávila Cisneros¹  0000-0003-2700-8830  jdavilaci@unprg.edu.pe

Alfredo Puican Carreño¹  0000-0002-1262-1985  apuican@unprg.edu.pe

Evelin Margot Merino Carranza²  0000-0002-8713-4049  emerinoc@upao.edu.pe

María del Pilar Fernández Celis¹  0000-0002-0248-5852  mfernandezc@unprg.edu.pe

Raquel Yovana Tello Flores¹  0000-0001-8060-2017  rtellof@unprg.edu.pe

¹ Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Perú.

² Universidad Privada Antenor Orrego. Perú.

Recibido: 22/06/2025

Aceptado: 14/10/2025

RESUMEN

El impacto positivo del ejercicio físico en la prevención de enfermedades cardiopulmonares y bienestar general es ampliamente documentado en la literatura. Sin embargo, su integración en contextos educativos es un tema poco abordado. Es por ello que, el objetivo de este artículo fue analizar el impacto que tiene el ejercicio físico en los sistemas cardiovascular y respiratorio, desde

una perspectiva pedagógica. Para ello, se realizó una revisión sistemática en la base de datos de Scopus, de acuerdo a la normativa Preferred Reporting Items for Systematic Review (PRISMA). Se seleccionaron estudios mediante criterios Population, Intervention, Comparison and Outcomes (PICO) y se analizaron con herramientas bibliométricas y temáticas. Como resultado, se evidenció cómo el ejercicio físico mejora la función cardiorrespiratoria, especialmente en poblaciones clínicas. Se identificaron tendencias tecnopedagógicas, biomédicas y contextuales. En todas ellas, se evidenció una desintegración hasta el momento entre las disciplinas biomédicas y pedagógicas. De esta forma, el ejercicio físico fue una herramienta valiosa para enseñar procesos fisiológicos y su impacto en la reducción de síntomas cardiopulmonares, a su vez, fue notable.

Palabras clave: ejercicio físico; educación en salud; métricas biomédicas; pedagogía; revisión sistemática.

ABSTRACT

The positive impact of physical exercise on the prevention of cardiopulmonary diseases and overall well-being is widely documented in the literature. However, its integration into educational contexts is a topic that has received little attention. Therefore, the objective of this article was to analyze the impact of physical exercise on the cardiovascular and respiratory systems from a pedagogical perspective. To this end, a systematic review was conducted in the Scopus database, following the Preferred Reporting Items for Systematic Review (PRISMA) guidelines. Studies were selected using the Population, Intervention, Comparison, and Outcomes (PICO) criteria and analyzed with bibliometric and thematic tools. The results showed how physical exercise improves cardiorespiratory function, especially in clinical populations. Technopedagogical, biomedical, and contextual trends were identified. In all of these, a disconnect between biomedical and pedagogical disciplines was evident. In this way, physical exercise was a valuable tool for teaching physiological processes and its impact on reducing cardiopulmonary symptoms was remarkable.

Keywords: physical exercise; health education; biomedical metrics; pedagogy; systematic review.

RESUMO

O impacto positivo do exercício físico na prevenção de doenças cardiopulmonares e na promoção do bem-estar geral é amplamente documentado na literatura científica. No entanto, sua integração em contextos educacionais permanece pouco explorada. Este estudo teve como objetivo analisar os efeitos do exercício físico sobre os sistemas cardiovascular e respiratório sob uma perspectiva pedagógica. Foi realizada uma revisão sistemática na base de dados Scopus (20202024), seguindo as diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Quinze estudos foram selecionados com base nos critérios Population, Intervention, Comparison and Outcomes (PICO) e analisados por meio de ferramentas biométricas e temáticas. Os resultados evidenciaram que o exercício físico melhora significativamente a função cardiorrespiratória, especialmente em populações clínicas. Foram identificadas tendências tecno-pedagógicas, biomédicas e contextuais. Em todas as dimensões, observou-se uma desarticulação persistente entre as disciplinas biomédicas e pedagógicas. Dessa forma, o exercício físico revelou-se uma ferramenta pedagógica valiosa para o ensino de processos fisiológicos, com impacto notável na redução de sintomas cardiopulmonares.

Palavras-chave: exercício físico; educação em saúde; métricas biomédicas; pedagogia; revisão sistemática.

INTRODUCCIÓN

El ejercicio físico contribuye a la prevención de enfermedades crónicas y al bienestar general, con evidencia sólida en la literatura médica (Ciolac et al., 2020; Samuel et al., 2020). De acuerdo a Rhodes et al. (2020), su aplicación en entornos educativos para enseñar los sistemas cardiovascular y respiratorio ha recibido menos atención, a pesar de su potencial didáctico.

Es por ello que, la actividad física permite observar directamente respuestas fisiológicas, como cambios en la frecuencia cardíaca o la ventilación, lo que facilita la vinculación entre teoría y práctica (Bouvière et al., 2021). Esta aproximación se alinea con modelos pedagógicos que privilegian la experiencia sensorial para la retención de conocimientos (Quinn et al., 2021; Moyers & Hagger, 2023).

Ahora bien, la evidencia científica confirma que la actividad física mejora, tanto la salud cardiovascular como ciertas funciones cognitivas relacionadas con el aprendizaje (Athanasios *et al.*, 2022; Ibeas *et al.*, 2021). Sin embargo, la mayoría de las revisiones existentes se centran en aplicaciones médicas o deportivas, sin explorar su integración en contextos educativos (Aygün & Çakýr-Atabek, 2021). Esta omisión dificulta el desarrollo de metodologías prácticas que vinculen los beneficios fisiológicos con la dinámica escolar.

De acuerdo a Kania *et al.* (2024), Lee (2023) Bracho-Fuenmayor *et al.* (2024), la integración de tecnologías biomédicas en entornos educativos avanza con lentitud. Dispositivos como espirómetros portátiles o monitores cardíacos, frecuentes en laboratorios, rara vez se incorporan a aulas o formación docente (Harris & Kazdaðlý, 2024). La pandemia por COVID-19 expuso deficiencias en la enseñanza práctica de salud, incluso en sistemas educativos consolidados (Avendaño-Porras *et al.*, 2022; Díaz-Téllez *et al.*, 2022; Pacheco-Velazquez *et al.*, 2023). Este rezago es preocupante ante el aumento de sedentarismo en niños y su asociación con trastornos respiratorios y metabólicos (Barabás & Germán-Salló, 2022; Love *et al.*, 2022; Webster, 2020). Este estudio analiza la integración de datos fisiológicos del ejercicio en estrategias educativas. La literatura existente prioriza indicadores de salud, pero omite su aplicación pedagógica. En este sentido, el presente artículo se propuso analizar el impacto que tiene el ejercicio físico en los sistemas cardiovascular y respiratorio, desde una perspectiva pedagógica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se asumió un paradigma cuantitativo de investigación, con un diseño de revisión sistemática, de acuerdo a las recomendaciones del Preferred Reporting Items for Systematic Review (PRISMA). Bajo este enfoque, se pretendió analizar el impacto que tenía el ejercicio físico en los sistemas cardiovascular y respiratorio, desde una perspectiva pedagógica.

Selección de estudios

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de ajuste y pertinencia a la investigación estuvieron enmarcados en las directrices PICO. Esto se seleccionó debido a su enfoque educativo de investigación y posibilidad de síntesis cuantitativa de los resultados (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión de acuerdo a PICO

Criterios PICO	Determinantes
Población (Population)	Se seleccionaron estudios que abordan el tema en poblaciones de estudiantes, docentes o programas curriculares
Intervención (Intervention)	Investigaciones que diseñan o implementan estrategias pedagógicas basadas en el ejercicio físico
Comparación (Comparison)	Estudios que sintetizan las ventajas de los métodos tradicionales e innovadores en la enseñanza del ejercicio físico.
Resultados (Outcomes)	Investigaciones que presentan resultados relacionados con mejoras en el aprendizaje, la adherencia o la conciencia fisiológica

Fuente: Elaboración propia

La búsqueda bibliográfica se realizó en la base de datos de Scopus. Esta plataforma se seleccionó por dos razones documentadas en la literatura, su amplia cobertura académica y su enfoque en estudios revisados por pares que garantice su rigor y calidad. En cuanto a los términos de búsqueda, se empleó la siguiente fórmula de búsqueda de información: [TITLE-ABS-KEY (physical AND exercise) AND TITLE-ABS KEY (cardiovascular AND system) AND TITLE-ABS KEY (respiratory AND system) AND TITLE-ABS-KEY (health AND education)].

Los textos se filtraron en un rango de tiempo que abarcó de 2020 a 2024, para garantizar que los datos estudiados fueran recientes y relevantes. Además, se priorizaron los textos publicados en idioma inglés y con estructura de artículo original.

Procedimiento de selección

El proceso de selección de investigaciones se realizó de acuerdo al diagrama de flujo recomendado por las directrices PRISMA, como se muestra en la figura 1. Esta selección fue realizada mediante los criterios de inclusión y exclusión preestablecidos. Se realizó una búsqueda exhaustiva en la base de datos seleccionada (Scopus). En esta búsqueda inicial se identificaron 224 estudios y se eliminaron 21 estudios según los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos para el análisis bibliométrico. Finalmente, se seleccionaron 203 investigaciones para el análisis bibliométrico, tras

revisar los títulos y resúmenes de los otros 203 estudios. A continuación, con base en el análisis de las publicaciones más citadas, se seleccionaron 20 investigaciones para su análisis en el mapa de publicaciones relevantes. Al final de esta fase, tras la eliminación de cinco investigaciones por su relevancia teórica, se devolvieron 15 estudios al mapa de investigaciones relevantes (Figura 1).

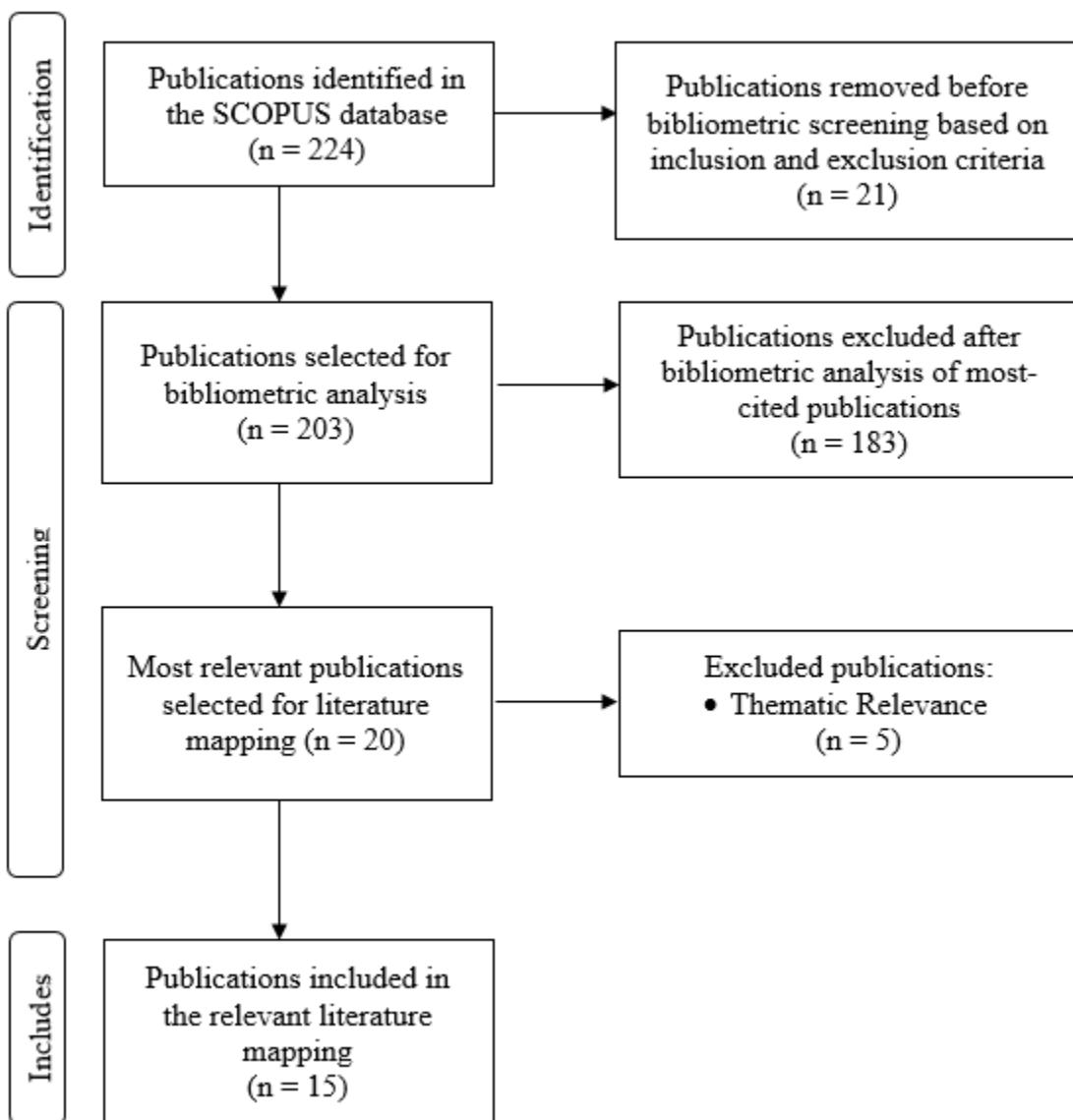


Figura 1. Diagrama de flujo para la selección de estudios

Fuente: Elaboración de los autores a partir de las recomendaciones de Page *et al.* (2021)

Extracción y análisis de datos

El análisis bibliométrico de los estudios se realizó mediante las herramientas Bibliometrix y VOSviewer. Ambas demostraron ser fundamentales para llevar a cabo análisis cuantitativos de literatura científica, como remarca Moral-Muños *et al.* (2020). Se recopilaron datos sobre instituciones, países y redes de colaboración, desde un enfoque de educación para la salud y políticas educativas. Finalmente, para el análisis temático de las investigaciones, se diseñó una matriz de extracción que tuvo tres dimensiones de análisis.

RESULTADOS

Análisis bibliométrico

Frecuencia temporal de publicaciones

Los datos mostraron una tendencia fluctuante en la producción documental anual sobre el tema de estudio, como se muestra a continuación en la figura 2. El año 2021 registró el mayor número de publicaciones (47 documentos), con un pico significativo que superó en un 42 % al año base 2020 (33 documentos) (Figura 2).

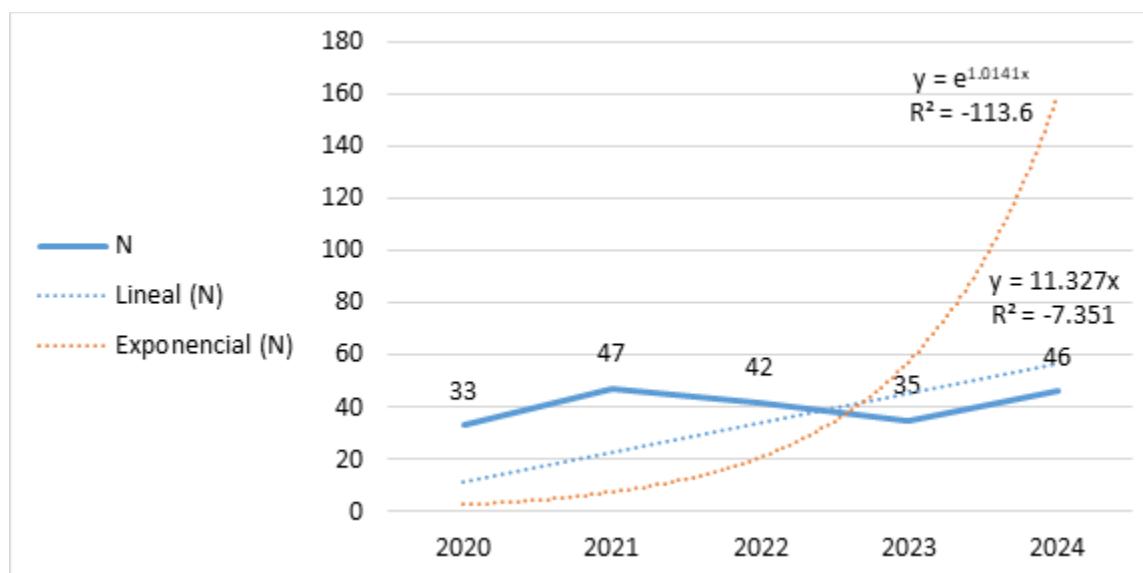


Figura 2. Distribución temporal de las publicaciones

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, este crecimiento no se mantuvo en los años siguientes, pues se pudo observar un descenso progresivo en 2022 (42 documentos, -11%) y 2023 (35 documentos, -17% respecto a 2022). Estos datos, vistos desde una perspectiva temporal y analítico/evolutiva, evidenciaron una posible saturación temporal en esta área de estudio. En 2024, por su parte, se observó una recuperación notable (46 documentos) del interés académico en esta temática particular.

El análisis de modelos de tendencia evidenció que la ecuación exponencial ($y = e^{1.0141x}$) y la lineal ($y = 11.327x$) resultaron estadísticamente inválidas, con valores de R^2 negativos (-113.6 y -7.351, respectivamente). Estos datos aportaron al argumento de que las publicaciones no siguieron un patrón de crecimiento uniforme, por lo que podrían estar respondiendo a dinámicas más complejas que condicionen la producción científica.

Redes de colaboración por países

En la figura 3 fueron presentadas las redes de colaboración entre los países líderes en la producción científica sobre la temática. Para una mayor comprensión, se presentaron los diez países más productivos en la figura 4, con el objetivo de favorecer su análisis (Figura 3).



Figura 3. Mapeo de colaboraciones entre países

Fuente: Elaboración de los autores a partir de datos de VOSviewer

Se observó la presencia de redes consolidadas en países angloparlantes, con Estados Unidos a la cabeza de la producción científica, con 25 documentos y la intensidad de colaboración (35). En segundo lugar, se encontró Reino Unido, que poseyó 23 documentos con una intensidad de colaboración de 32 (Figura 4).

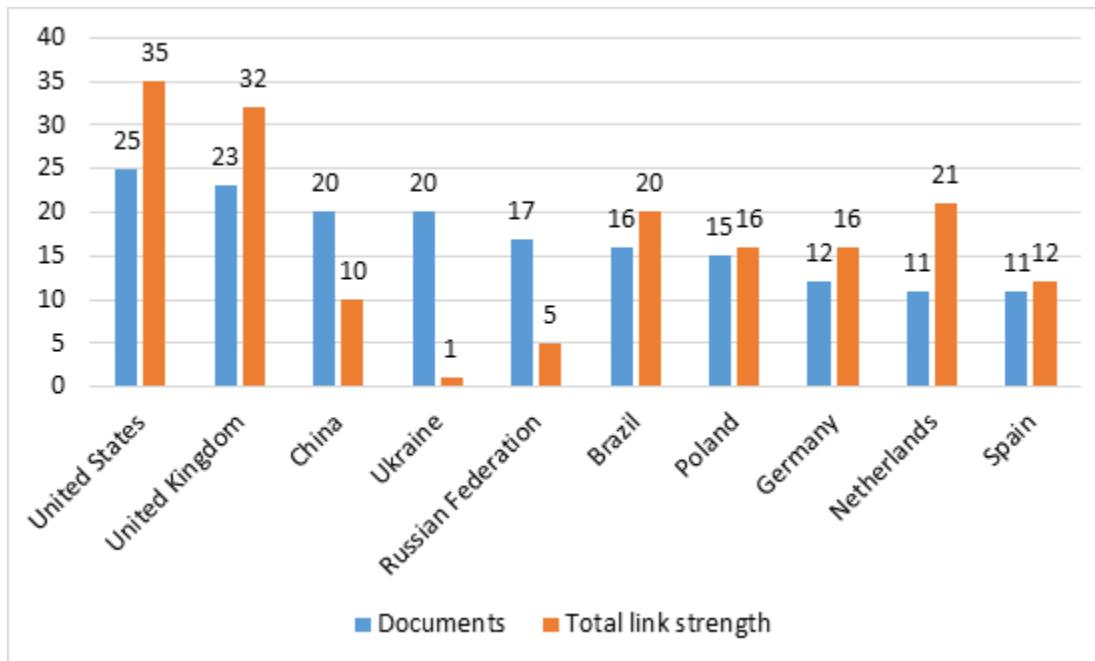


Figura 4. Distribución de documentos e intensidad de colaboraciones por países

Fuente: Elaboración propia

En función de estos datos, fueron identificados tres clústeres principales de colaboración (Figura 5). Estos fueron organizados en torno a las colaboraciones entre países y también a las temáticas que estos conjuntos geográficos abordaron en relación con el objeto de nuestra investigación.

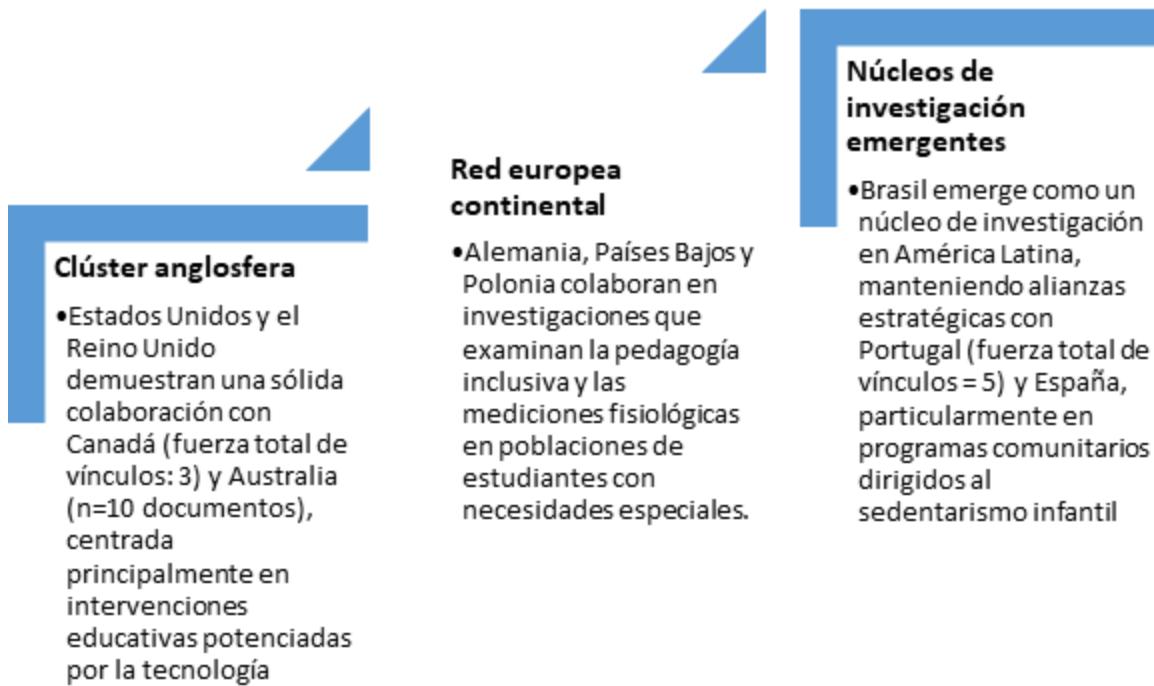


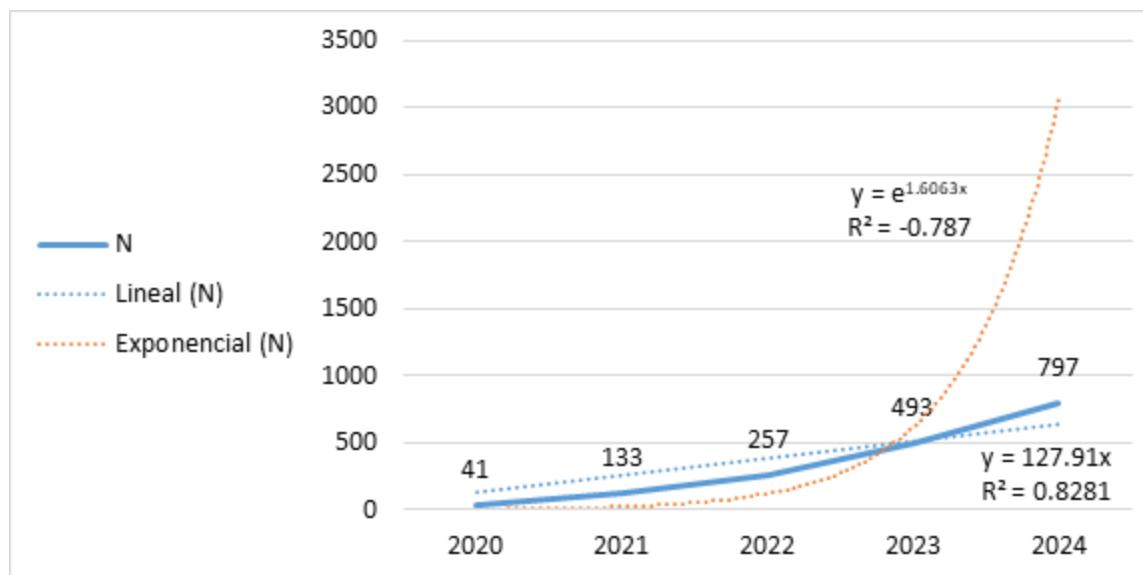
Figura 5. Clústeres principales de colaboración

Fuente: Elaboración propia

El caso de China y Ucrania se evidenció un comportamiento interesante; estas naciones, con 20 documentos cada una, presentaron un bajo índice (10) de intensidad colaborativa, o que apuntaron a investigaciones locales sin integración global. Por otro lado, los Países Bajos contaron solo con 11 documentos y, sin embargo, una mayor intensidad colaborativa (21) que países líderes como Brasil o Alemania.

Patrones de citación

Del total de documentos analizados, solo 154 de ellos acumularon citaciones (ver figura 6). En función de estos datos, se observó la presencia de 2113 citaciones con un índice h de 19. En 2020, se registraron 41 citaciones, cifra que se triplicó en 2021 (133 citaciones) y sextuplicó para 2022 (257 citaciones). Esta tendencia alcista se intensificó notablemente en 2023 (493 citaciones) y alcanzó su punto máximo en 2024 (797 citaciones).

**Figura 6.** Distribución anual de los patrones de citación

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, la ecuación lineal ($y = 127.91x$) presentó un alto grado de ajuste ($R^2 = 0.8281$), lo que indicó que el crecimiento sigue aproximadamente una tendencia lineal con un incremento promedio de aproximadamente 128 citaciones por año. Este modelo explicó adecuadamente el 82.81 % de la variabilidad observada. Por otro lado, la ecuación exponencial ($y = e^{1.6063x}$) mostró un ajuste deficiente ($R^2 = -0.787$), lo que implicó que este modelo no fue adecuado para describir la tendencia, a pesar del aparente crecimiento exponencial de los datos en bruto. Esto indicó que el comportamiento de las citaciones a lo largo de los años se ajustó mejor a un patrón de crecimiento lineal que exponencial.

Coocurrencia de palabras clave y tendencias en la literatura

El análisis de coocurrencia de palabras claves identificó tres núcleos temáticos vinculados específicamente con la fisiología y la medicina. Tal fue el caso que estos: *exercise* (111 ocurrencias), *physical activity* (95) y *cardiorespiratory fitness* (31), poseyeron una fuerza de enlace que superó los 2.500 en total. Adicionalmente, la centralidad de estos tres núcleos temáticos se relacionó con la cuantificación de efectos orgánicos relacionados con estas variables, como fue señalado en las categorías de *blood pressure* (27) o *oxygen consumption* (45).

Por otro lado, a pesar de que esta investigación estuvo enfocada en las aplicaciones educativas del ejercicio físico, se observó que *education* (4), *health education* (3) y *physical education* (9) presentaron ocurrencias marginales, con fuerzas de enlace inferiores a 100. Esto indicó, a inferencia de los autores, que los datos fisiológicos de la educación física fueron poco contextualizados en los currículos pedagógicos.

El análisis factorial corroboró los datos de la coocurrencia de palabras claves, principalmente en poblaciones clínicas y adultas (ver figura 7), lo que corroboró la escasez de investigaciones en contextos educativos, identificada en el análisis anterior. Los términos descritos en este análisis se agruparon en un único clúster. Sin embargo, la distribución en las dimensiones factoriales permitió la identificación de dos dimensiones dentro de la red conceptual (Figura 7).

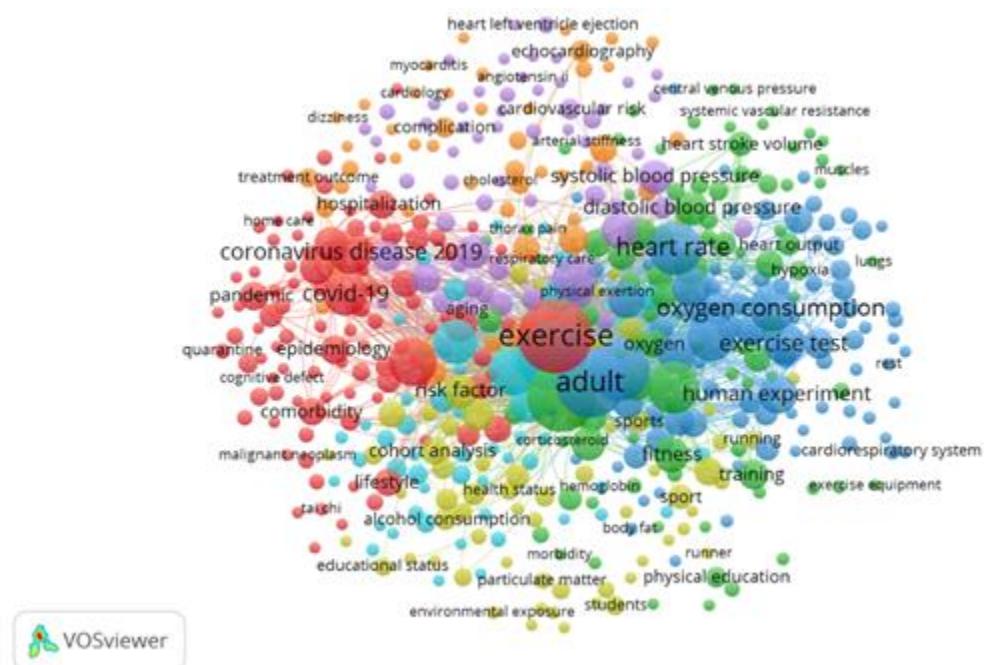


Figura 7. Red de coocurrencia de palabras claves

Fuente: Elaboración de los autores a partir de datos de VOSviewer

Estudios incluidos

Para analizar el efecto que tuvo el ejercicio físico en los sistemas cardiovascular y respiratorio, desde una perspectiva pedagógica, se realizó un filtrado de los documentos. Esta selección permitió

discernir los 15 documentos más citados en la literatura, que fueron valorados por los expertos para su inclusión en esa investigación. A partir de estos datos, se realizó un análisis de los resultados de cada uno de estos estudios, en función de la matriz para análisis temático declarada en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de los documentos más citados de acuerdo a criterios PICO

Código	Población	Intervención	Comparación	Resultados
E1	502,490 adultos del Biobanco del Reino Unido	Consumo de diferentes tipos y cantidades de alcohol	Comparación entre dosis seguras e inseguras	Relación en forma de U con mortalidad y ECV; asociación inversa con ERC
E2	60 mujeres embarazadas en el primer/segundo trimestre	Ejercicio combinado con terapia cognitivo-conductual	Educación prenatal estándar	Reducción de ansiedad, mejora en calidad de vida física y psicológica
E3	35 mujeres de 21-35 años	Entrenamiento de barre-fitness	Clases de baile fitness	Mejora en parámetros morfofuncionales (excepto circunferencia de cadera y presión arterial)
E4	419 pacientes con EPOC	Programa de rehabilitación pulmonar domiciliaria de 8 semanas	Presencia/ausencia de comorbilidades	Mejora en la capacidad de ejercicio y calidad de vida sostenida por un año
E5	Pacientes con múltiples enfermedades crónicas	Programa personalizado MultiPill-Exercise de 6 meses	No aplica (piloto sin grupo control)	Aumento del tiempo semanal de ejercicio, mejora en VO2 máx y fuerza en piernas

E6	22 estudiantes universitarias (19-21 años)	Programa de ejercicio aeróbico	Programa tradicional de educación física	Mejora en la función cardiorrespiratoria medida con pruebas específicas
E7	Pacientes con enfermedades no transmisibles	Intervenciones basadas en redes sociales	No aplica (revisión sistemática)	Mejoras significativas en el comportamiento de ejercicio en cuatro de cinco ECA
E8	Estudiantes universitarios	Revisión de literatura sobre ejercicio físico	No aplica (revisión narrativa)	Propuestas para mejorar las políticas de promoción del ejercicio
E9	200 pacientes con cardiopatías congénitas (13-25 años)	Programa de educación para la transición	Grupo sin intervención	Protocolo para evaluar calidad de vida relacionada con la salud
E10	190 pacientes con síndrome postembolia pulmonar	Programa de rehabilitación pulmonar de ocho semanas	Atención médica estándar	Protocolo para evaluar capacidad física, disnea y calidad de vida
E11	91 pacientes con EPOC	Programa de Tai Chi de 24 semanas	Caminata en grupo y atención estándar	Mayor mejora en la prueba de caminata y parámetros de calidad de vida
E12	Jóvenes adultos de la región de Moscú	Actividad física regular	No aplica (estudio observacional)	Aumento de la capacidad pulmonar y niveles de condición física
E13	87 estudiantes universitarios varones	Educación física basada en fútbol	Métodos tradicionales de educación física	Mejora de salud somática y estado emocional en el grupo experimental

E14	Estudiantes con necesidades médicas especiales	Marco metodológico para clases de educación física heterogéneas	No aplica (estudio metodológico)	Propuesta de estructura para educación física inclusiva
E15	34 estudiantes universitarias (17-19 años)	Método adaptado de educación física	Comparación entre subgrupos	Mejoras significativas en resistencia, coordinación y función cardiovascular

Fuente: Elaboración propia

Tendencias tecnopedagógicas

Hasta este punto, se observó que una alta frecuencia de los textos seleccionados hizo alusión a integrar las bondades tecnológicas a metodologías pedagógicas para potenciar los beneficios del ejercicio físico (ver tabla 2); tal fue el caso de E2. Estos autores demostraron que combinar el ejercicio físico con terapia cognitivo conductual (TCC), especialmente durante el embarazo, redujo significativamente la ansiedad y mejora la calidad de vida. Destacaron, además, la importancia de estrategias psicológicas en programas de actividad física.

Por su parte, E7 enfatizó en que las intervenciones que se realizaron a través de redes sociales fueron efectivas para fomentar el ejercicio en pacientes con enfermedades no transmisibles. Sin embargo, reconocieron la presencia de limitación de sus efectos en la adherencia a las dietas. Esto, a consideración de los autores del presente estudio, indicó que los entornos digitales como aliados pedagógicos en la potenciación de hábitos saludables ameritaron diseños más integrales.

Paralelamente, E9 y E10 enfatizaron en la importancia de los programas educativos de transición y rehabilitación pulmonar (respectivamente). Para estos dos grupos de autores, la educación terapéutica presentó ventajas al mejorar la autonomía y resultados clínicos, especialmente en poblaciones con cardiopatías congénitas o síndrome postembolia pulmonar (Tabla 3).

Tabla 3. Tendencias tecnopedagógicas identificadas

Tendencias tecnopedagógicas	Estrategias de mejora
Intervenciones híbridas: psicopedagogía y movimiento	E2: las estrategias psicológicas amplificaron los efectos fisiológicos del ejercicio al abordar barreras emocionales (por ejemplo: el miedo al movimiento en mujeres embarazadas). E4: la pedagogía basada en TCC podría adaptarse a otras poblaciones para mejorar la adherencia y la percepción de autoeficacia.
Entornos digitales como espacios pedagógicos	E7: las plataformas de redes sociales funcionaron como aulas virtuales para la educación en salud, pero requieren un diseño multidimensional. E7: la brecha digital y la sobrecarga de información exigieron currículos digitales más estructurados, potencialmente incorporando inteligencia artificial (IA) para la personalización de contenidos.
Programas de educación transicional y de autogestión	E9-10: aplicaciones móviles para monitorear parámetros fisiológicos (por ejemplo, frecuencia cardíaca), vinculados a talleres educativos sobre anatomía respiratoria/cardiovascular. E9-10: simuladores virtuales que enseñan a los pacientes a reconocer señales de advertencia durante el ejercicio, reforzando la autonomía.
Limitaciones y oportunidades	E7: la brecha tecnológica puede excluir a adultos mayores o poblaciones con bajos recursos. E11: enfoque excesivamente individual; es necesario explorar modelos colaborativos (por ejemplo, aulas virtuales grupales para rehabilitación, como sugiere el programa de Tai Chi de E11).

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

Los resultados de esta revisión sistemática coinciden con evidencia previa, como el estudio de Grainger *et al.* (2020), que asoció el ejercicio físico con mejoras en la capacidad cardiorrespiratoria. No obstante, la mayoría de los trabajos analizados se limitan a contextos clínicos o deportivos, sin abordar su integración en sistemas educativos (Conaghan *et al.*, 2020; Morgan *et al.*, 2021). Un factor relevante es el predominio de variables fisiológicas (VO_{máx.}, presión arterial), en detrimento de metodologías que permitan aplicar estos hallazgos en aulas (Sánchez *et al.*, 2020).

Jankowski *et al.* (2021) demuestran que tecnologías como la espirometría móvil o los monitores cardíacos han mejorado la medición de parámetros biomédicos en estudios experimentales. Sin embargo, los datos bibliométricos revelan que estas herramientas no se incorporan sistemáticamente en la formación docente ni en los currículos escolares (Galea *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2020). Esta desconexión refleja un desfase entre el desarrollo tecnológico y las demandas educativas, probablemente por la escasa colaboración entre el ámbito biomédico y el pedagógico.

La literatura actual sobre intervenciones de ejercicio en adolescentes prioriza métricas clínicas, como las reportadas por Yuen *et al.* (2021), pero omite evaluaciones didácticas. Rosales *et al.* (2024) abordaron dimensiones cognitivas; sin embargo, ningún estudio revisado integra herramientas para medir la transferencia de resultados a entornos educativos. Esta brecha dificulta el desarrollo de programas que articulen fundamentos fisiológicos con aplicaciones pedagógicas concretas.

La literatura ha documentado ampliamente los beneficios del ejercicio en el ámbito educativo. Sin embargo, en opinión de los autores, persisten vacíos en su aplicación práctica, particularmente en la integración de tecnologías biomédicas en entornos escolares y en la medición de su impacto cognitivo. Un enfoque que combine perspectivas fisiológicas y pedagógicas podría optimizar su uso como recurso didáctico.

Adicionalmente, los resultados de esta revisión sistémica evidencian que el ejercicio físico puede utilizarse como herramienta educativa para enseñar procesos fisiológicos. Estudios recientes demuestran que la actividad física, más allá de sus beneficios terapéuticos, facilita la comprensión de sistemas como el cardiovascular o el respiratorio, mediante la experiencia directa (Belanger *et al.*, 2021; Jung *et al.*, 2022). Esta propuesta requiere adaptar los datos fisiológicos a contextos pedagógicos, al priorizar la interacción práctica sobre la teoría abstracta (Jean-Gilles *et al.*, 2024;

Moreira *et al.*, 2020). Además, enfoques como el aprendizaje situado refuerzan la idea de que el movimiento corporal contribuye a la asimilación de conocimientos complejos (Hahad *et al.*, 2021).

Las intervenciones híbridas, como la integración de ejercicio físico y terapia cognitivo-conductual, junto con herramientas digitales, muestran eficacia en la aplicación educativa (García-Martínez *et al.*, 2021; Samuel *et al.*, 2020). Su implementación depende de adaptaciones contextuales, ya que los estudios descartan modelos universales (Seiser & Portfelt, 2022). El Tai Chi mejora la capacidad funcional en pacientes con EPOC, pero en entornos escolares exige ajustes metodológicos acordes al desarrollo psicoevolutivo (Gilliam *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2023).

Los hallazgos de este estudio destacan la necesidad de integrar el ejercicio físico en los sistemas educativos. Los datos muestran que su impacto depende de la colaboración entre escuelas, investigadores y responsables de políticas (Alazmi & Alazmi, 2022; Sinnema *et al.*, 2020). Un paso clave es adaptar la formación docente para incluir principios de fisiología, junto con materiales didácticos prácticos (Pacheco-Velazquez *et al.*, 2023). Además, es esencial considerar las barreras socioeconómicas que limitan el acceso a estas prácticas (Quinn *et al.*, 2021; Moyers & Hagger, 2023). Esta aproximación podría mejorar significativamente los resultados en salud y aprendizaje.

Esta revisión sistemática confirma que el ejercicio físico mejora la función cardiovascular y respiratoria. Pese a esto, la literatura analizada incluye escasas referencias a estrategias pedagógicas o educativas. Las intervenciones basadas en tecnología, como plataformas digitales, incrementan la adherencia al tratamiento, pero su uso en entornos educativos aun es infrecuente. Sin embargo, nuestra investigación no está exenta de limitaciones. Este estudio se restringe a investigaciones en inglés publicadas entre 2020 y 2024, lo que excluye contribuciones previas o en otros idiomas. La baja representación de estudios pedagógicos en la muestra reduce la aplicabilidad de los resultados en entornos educativos heterogéneos. Se recomienda incorporar bases de datos no anglófonas y emplear metodologías mixtas que complementen el análisis bibliométrico con evidencia cualitativa, para abordar las limitaciones actuales en la integración del ejercicio en la formación en salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alazmi, A., & Alazmi, H. (2022). Closing the gap between research and policy-making to better enable effective educational practice: a proposed framework. *Educational Research for Policy and Practice*, 22, 91-116. <https://doi.org/10.1007/s10671-022-09321-4>

Athanasiou, N., Bogdanis, G., & Mastorakos, G. (2022). Endocrine responses of the stress system to different types of exercise. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders*, 24, 251-266. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09758-1>

Avendaño-Porras, V. D., Alfonzo-Albores, I., de la Puente, M., Díaz-Téllez, Á. S., Tamez-Martínez, X., & Bajaña-Miranda, S. R. (2022). Digitilization in Latin American higher education under Covid-19. *Journal of Positive Psychology and Wellbeing*, 6(1), 32893298. <https://journalppw.com/index.php/jppw/article/view/5255>

Aygün, C., & Çakýr-Atabek, H. (2021). Alternative Model for Physical Activity: Active Video Games Lead to High Physiological Responses. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 93, 447-456. <https://doi.org/10.1080/02701367.2020.1864258>

Barabás, Z., & Germán-Salló, Z. (2022). Educational trends in biomedical signal processing. *Acta Marisiensis. Seria Technologica*, 19, 41-45. <https://doi.org/10.2478/amset-2022-0016>

Belanger, M., Rao, P., & Robbins, J. (2021). Exercise, Physical Activity, and Cardiometabolic Health. *Cardiology in Review*, 30, 134-144. <https://doi.org/10.1097/CRD.0000000000000417>

Bracho-Fuenmayor, P. L., Huicab-García, Y., Lucero-Baldevenites, E. V., Mejía-Ríos, J., & Díaz-Téllez, Á. S. (2024). Gamification and digital equity: Analysis of educational designs in the metaverse for vulnerable populations. *Metaverse Basic and Applied Research*, 3, 105. <https://doi.org/10.56294/mr2024.105>

Bouvière, J., Fortunato, R., Dupuy, C., Werneck-De-Castro, J., Carvalho, D., & Louzada, R. (2021). Exercise-Stimulated ROS Sensitive Signaling Pathways in Skeletal Muscle. *Antioxidants*, 10. <https://doi.org/10.3390/antiox10040537>

Ciolac, E., Da Silva, J., & Vieira, R. (2020). Physical Exercise as an Immunomodulator of Chronic Diseases in Aging. *Journal of physical activity & health*, 1-11.
<https://doi.org/10.1123/jpah.2019-0237>

Conaghan, C., Daly, E., Pearce, A., King, D., & Ryan, L. (2020). A systematic review of the effects of educational interventions on knowledge and attitudes towards concussion for people involved in sport Optimising concussion education based on current literature. *Journal of Sports Sciences*, 39, 552-567. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1835223>

Díaz-Téllez, Á. S., Mejía-Ríos, J., & Aristizábal-Murillo, I. D. (2022). Aproximación a la intersección entre comunicación y psicología desde los términos concepto y mediación. *Investigación & Desarrollo*, 29(2), 260291. <https://doi.org/10.14482/INDES.29.2.150>

Galea, J., Ramos, K., Coit, J., Friedman, L., Contreras, C., Dueñas, M., Hernández, N., Muster, C., Lecca, L., & Gelaye, B. (2020). The Use of Wearable Technology to Objectively Measure Sleep Quality and Physical Activity Among Pregnant Women in Urban Lima, Peru: A Pilot Feasibility Study. *Maternal and Child Health Journal*, 24, 823-828.
<https://doi.org/10.1007/s10995-020-02931-5>

García-Martínez, I., Montenegro-Rueda, M., Molina-Fernández, E., & Fernández-Batanero, J. (2021). Mapping teacher collaboration for school success. *School Effectiveness and School Improvement*, 32, 631-649. <https://doi.org/10.1080/09243453.2021.1925700>

Gilliam, E., Kilgore, K., Liu, Y., Bernier, L., Criscitiello, S., Litrownik, D., Wayne, P., Moy, M., & Yeh, G. (2021). Managing the experience of breathlessness with Tai Chi: A qualitative analysis from a randomized controlled trial in COPD. *Respiratory medicine*, 184, 106463.
<https://doi.org/10.1016/j.rmed.2021.106463>

Grainger, R., Liu, Q., & Geertshuis, S. (2020). Learning technologies: A medium for the transformation of medical education? *Medical Education*, 55, 23-29.
<https://doi.org/10.1111/medu.14261>

Hahad, O., Kuntiæ, M., Frenis, K., Chowdhury, S., Lelieveld, J., Lieb, K., Daiber, A., & Münz, T. (2021). Physical Activity in Polluted AirNet Benefit or Harm to Cardiovascular Health? A Comprehensive Review. *Antioxidants*, 10. <https://doi.org/10.3390/antiox10111787>

Harris, R., & Kazdaðlý, H. (2024). Using TECHnology to predict the future of biomedical education. *FEBS Open Bio*, 15, 48-55. <https://doi.org/10.1002/2211-5463.13953>

Huang, C., Izmailova, E., Jackson, N., Ellis, R., Bhatia, G., Ruddy, M., & Singh, D. (2020). Remote FEV1 Monitoring in Asthma Patients: A Pilot Study. *Clinical and Translational Science*, 14, 529-535. <https://doi.org/10.1111/cts.12901>

Ibeas, K., Herrero, L., Mera, P., & Serra, D. (2021). Hypothalamus-skeletal muscle crosstalk during exercise and its role in metabolism modulation. *Biochemical pharmacology*, 114640. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2021.114640>

Jankowski, P., Górska, K., Mycroft, K., Korczyński, P., Soliński, M., Kołtowski, Ł., & Krenke, R. (2021). The use of a mobile spirometry with a feedback quality assessment in primary care setting-A nationwide cross-sectional feasibility study. *Respiratory medicine*, 184, 106472. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2021.106472>

Jean-Gilles, M., Gabus, V., Desgraz, B., Dayer, N., Daucourt, C., Muller, O., & Baggish, A. (2024). Basics of exercise physiology: from Fick principle to the athlete's heart. *Revue medicale suisse*, 20 875, 1040-1043. <https://doi.org/10.53738/REVMED.2024.20.875.1040>

Jung, M., Yi, S., An, S., Youn, K., Yi, J., Han, S., Ihm, S., Jung, H., Youn, H., & Ryu, K. (2022). Association of Physical Activity and Lower Respiratory Tract Infection Outcomes in Patients With Cardiovascular Disease. *Journal of the American Heart Association: Cardiovascular and Cerebrovascular Disease*, 11. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.023775>

Kania, D., Romaniszyn-Kania, P., Bugdol, M., Tuszy, A., Ledwoñ, D., Pollak, A., & Mitas, A. (2024). Flow and Physiological Response Assessment during Exercise Using Metrorhythmic Stimuli. *Journal of Human Kinetics*, 94, 243- 54. <https://doi.org/10.5114/jhk/187804>

Lee, H. (2023). The rise of ChatGPT: Exploring its potential in medical education. *Anatomical Sciences Education*, 17, 926-931. <https://doi.org/10.1002/ase.2270>

Love, T., Cysyk, J., Attaluri, A., Tunks, R., Harter, K., & Sipos, R. (2022). Examining Science and Technology/Engineering Educators' Views of Teaching Biomedical Concepts Through Physical Computing. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 96-110.
<https://doi.org/10.1007/s10956-022-09996-7>

Moreira, J., Wohlwend, M., & Wisloff, U. (2020). Exercise and cardiac health: physiological and molecular insights. *Nature Metabolism*, 2, 829-839. <https://doi.org/10.1038/s42255-020-0262-1>

Morgan, H., Parker, A., & Marturano, N. (2021). Evoking hope in marginalised youth populations through non-formal education: critical pedagogy in sports-based interventions. *British Journal of Sociology of Education*, 42, 307-322.
<https://doi.org/10.1080/01425692.2021.1894547>

Moyers, S., & Hagger, M. (2023). Physical activity and cortisol regulation: A meta-analysis. *Biological Psychology*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2023.108548>

Pacheco-Velazquez, E., Alonso, C., Lindin, C., & Rodes-Paragarino, V. (2023). Virtual Education: Trends in Biomedical Engineering Education. *2023 World Engineering Education Forum-Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/WEEF-GEDC59520.2023.10343983>

Quinn, T., Kline, C., Nagle, E., Radonovich, L., Alansare, A., & Gibbs, B. (2021). Cardiovascular responses to physical activity during work and leisure. *Occupational and Environmental Medicine*, 79, 94-101. <https://doi.org/10.1136/oemed-2021-107551>

Rhodes, S., Johnson, R., & Johnson, F. (2020). Board Relevance of an Osteopathic Medical Physiology Course Introductory, Cardiovascular and Respiratory Sections. *The FASEB Journal*, 34. <https://doi.org/10.1096/fasebj.2020.34.s1.09317>

Rosales, M., Huacalque, E., Sequera, J., & Wong, L. (2024). Framework for Monitoring Peruvian Patients with Hypertension using a Smartwatch and GPT. *2024 35th Conference of Open Innovations Association (FRUCT)*, 588-595.
<https://doi.org/10.23919/fruct61870.2024.10516393>

Samuel, B., Adedamola, A., Oladayo, A., & Temitope, I. (2020). Role of exercise and physical activity in prevention and management of chronic diseases. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 12, 090-097. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2020.12.3.0277>

Sánchez, J., López-Zapata, D., Pinzón, Ó., García, A., Morales, M., & Trujillo, S. (2020). Effect of flipped classroom methodology on the student performance of gastrointestinal and renal physiology entrants and repeaters. *BMC Medical Education*, 20. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02329-5>

Seiser, A., & Portfelt, I. (2022). Critical aspects to consider when establishing collaboration between school leaders and researchers: two cases from Sweden. *Educational Action Research*, 32, 260-275. <https://doi.org/10.1080/09650792.2022.2110137>

Sinnema, C., Daly, A., Liou, Y., & Rodway, J. (2020). Exploring the communities of learning policy in New Zealand using social network analysis: A case study of leadership, expertise, and networks. *International Journal of Educational Research*, 99, 101492. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2019.10.002>

Webster, C. (2020). Artificial intelligence and the adoption of new technology in medical education. *Medical Education*, 55. <https://doi.org/10.1111/medu.14409>

Yang, Y., Yang, L., Yang, X., & Tian, Y. (2023). Effects of Tai Chi on Lung Function, Exercise Capacity and Psychosocial Outcomes in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Biological Research For Nursing*, 25, 635-646. <https://doi.org/10.1177/10998004231178318>

Yuen, C., Puma, D., Millones, A., Galea, J., Tzelios, C., Calderón, R., Brooks, M., Jimenez, J., Contreras, C., Nichols, T., Nicholson, T., Lecca, L., Becerra, M., & Keshavjee, S. (2021). Identifying barriers and facilitators to implementation of community-based tuberculosis active case finding with mobile X-ray units in Lima, Peru: a RE-AIM evaluation. *BMJ Open*, 11. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-050314>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Los autores participaron en el diseño y redacción del artículo, en la búsqueda y análisis de la información contenida en la bibliografía consultada.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional