



Condición física y prácticas físico-deportivas en adolescentes habitantes del páramo de Sumapaz

Physical Fitness and Sport Practices among Adolescent Inhabitants of the Sumapaz Páramo

Artículo de investigación

German Andrés Moreno Morales¹

Resumen

La exposición crónica a la gran altitud y las bajas temperaturas impone demandas fisiológicas específicas, escasamente documentadas en adolescentes escolares rurales. Este estudio analizó las prácticas físico-deportivas y el desempeño en pruebas de condición física de adolescentes residentes permanentes de una institución educativa rural del páramo de Sumapaz (Bogotá, Colombia), mediante un estudio de enfoque mixto y alcance descriptivo, bajo la modalidad de estudio de caso, con una muestra por conveniencia de 60 estudiantes (24 hombres, 36 mujeres) de 15 a 17 años (2.250-4.370 msnm, 2-10 °C), a quienes se aplicó una encuesta y una batería de nueve pruebas físicas, valoradas con baremos diferenciados por sexo. El 83 % de los estudiantes presentó desempeño promedio o superior en la mayoría de las pruebas: 92 % de los hombres y 64 % de las mujeres alcanzaron nivel normal-bueno de resistencia anaeróbica, y 86 % de las mujeres y 58 % de los hombres, nivel promedio-bueno de flexibilidad. En contraste, 54 % de los hombres y 75 % de las mujeres mostraron capacidad cardiorrespiratoria limitada, y la velocidad de reacción fue la capacidad más deficiente entre las pruebas de escala comparable (37 % y 53 %, respectivamente, en nivel "malo"). Estos hallazgos son compatibles con una adaptación funcional de esta población a las condiciones del páramo, particularmente en fuerza, resistencia anaeróbica y flexibilidad, e indican la capacidad cardiorrespiratoria y la velocidad de reacción como áreas prioritarias de intervención pedagógica en la educación física rural de alta montaña.

Palabras claves: Adolescentes rurales, condición física, gran altitud, páramo, prácticas físico-deportivas.

Recibido: 03 de mayo de 2026
Received: 03 May 2026

Aceptado: 12 de agosto de 2026
Accepted: 12 August 2026

¹ Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova
german.moreno@esmic.edu.co



Abstract

Chronic exposure to high altitude and low temperatures imposes specific physiological demands that remain scarcely documented among rural adolescent schoolchildren. This study analyzed the sport practices and physical fitness test performance of permanent adolescent residents of a rural school in the Sumapaz páramo (Bogotá, Colombia), through a mixed-methods, descriptive-scope study under a case-study design, with a non-probabilistic convenience sample of 60 students (24 male, 36 female) aged 15-17 (2,250-4,370 masl, 2-10 °C). A structured survey and a battery of nine standardized physical tests were applied, scored against sex-differentiated norms. 83% of students had average or above-average performance in most tests: 92% of males and 64% of females scored normal-good in anaerobic endurance, and 86% of females and 58% of males scored average-good in flexibility. In contrast, 54% of males and 75% of females showed limited cardiorespiratory capacity, and reaction speed was the weakest capacity among tests sharing a comparable scale (37% and 53%, respectively, rated "poor"). These findings are consistent with a functional adaptation of this population to the environmental conditions of the páramo, particularly in strength, anaerobic endurance, and flexibility, and point to cardiorespiratory capacity and reaction speed as priority areas for pedagogical intervention in rural high-altitude physical education.

Keywords: Rural adolescents, physical fitness, high altitude, páramo, physical and sports activities.

Introducción

La altitud geográfica constituye una de las variables ambientales que impone mayores exigencias adaptativas al organismo humano. A medida que aumenta la elevación sobre el nivel del mar, la presión barométrica disminuye de forma progresiva, reduciendo la presión parcial de oxígeno disponible para la difusión pulmonar y el transporte tisular, condición conocida como hipoxia hipobárica (Ramchandani et al., 2024). Frente a esta condición, el organismo desencadena respuestas agudas como la hiperventilación, taquicardia y alcalosis respiratoria compensatoria, y con la exposición sostenida en el tiempo, respuestas crónicas de aclimatación, entre ellas el incremento de la masa eritrocitaria y de la concentración de hemoglobina, mediado por la liberación de eritropoyetina desde la corteza renal (Ramos, 2015). La literatura especializada en esta área se ha concentrado

mayoritariamente en deportistas de alto rendimiento expuestos de manera temporal a la altura con fines competitivos (Ramchandani et al., 2024); sin embargo, un meta análisis reciente de trece estudios controlados encontró que el entrenamiento en altitud incrementa de forma significativa la hemoglobina, pero no logra demostrar un efecto significativo sobre el consumo máximo de oxígeno, lo que sugiere que la adaptación hematológica no se traduce necesariamente en una mejora del rendimiento aeróbico (Deng et al., 2025). Esta distinción es relevante aquí, pues la población analizada no corresponde a deportistas en entrenamiento temporal, sino a habitantes permanentes de páramo, cuya adaptación sería de naturaleza distinta: no inducida por un programa de entrenamiento, sino por la exposición crónica derivada de habitar el territorio.



A la exigencia hipóxica se suma, en las zonas de páramo, la exposición sostenida a bajas temperaturas, que introduce demandas termorregulatorias adicionales. Durante mucho tiempo se asumió que los niños y adolescentes poseen una capacidad termorreguladora inferior a la de los adultos y, por tanto, una mayor vulnerabilidad frente a ambientes térmicos extremos; no obstante, revisiones pediátricas recientes han cuestionado esta premisa, señalando que, en condiciones de hidratación adecuada, la tolerancia al ejercicio físico en ambientes térmicamente exigentes no difiere sustancialmente entre población adolescente y adulta (American Academy of Pediatrics, 2011/2025). Esto sugiere que la vulnerabilidad térmica atribuida a los adolescentes debe interpretarse con cautela y contrastarse empíricamente en cada contexto poblacional específico, como el que ocupa a este estudio.

En el caso colombiano, el páramo de Sumapaz, reconocido como el ecosistema de páramo más extenso del mundo, con una superficie aproximada de 178.634 hectáreas y alturas que oscilan entre 2.250 y 4.370 metros sobre el nivel del mar (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2018), alberga comunidades educativas rurales cuya cotidianidad está marcada por la dificultad de acceso, la dispersión geográfica de las veredas y el desarrollo de labores agropecuarias como principal forma de actividad física, por encima de la práctica deportiva estructurada. El Colegio Campestre Jaime Garzón I.E.D., ubicado en esta región, constituye un caso paradigmático para examinar cómo estas condiciones inciden en el desarrollo de las capacidades físicas de sus estudiantes adolescentes, en un campo, el de la educación física rural-históricamente menos estudiado que su contraparte urbana. Los estándares y

baremos de valoración física empleados en Colombia han sido desarrollados y validados predominantemente en poblaciones urbanas de baja o mediana altitud, como lo evidencia el estudio FUPRECOL, que estableció la fiabilidad de pruebas de condición física en niños y adolescentes escolares de Bogotá, a una altitud considerablemente menor a la del páramo de Sumapaz (Ramírez-Vélez et al., 2015). Esta asimetría plantea la necesidad de generar evidencia específica sobre poblaciones adolescentes de alta montaña, que permita contrastar si los baremos convencionales resultan pertinentes para estos contextos.

Este estudio se sitúa deliberadamente en la intersección de varios campos disciplinares: la educación física escolar, la salud pública en su dimensión de promoción de actividad física, la fisiología del ejercicio en condiciones ambientales extremas, y, de forma menos explorada en la literatura especializada, la geografía humana y la política educativa rural.

El páramo de Sumapaz no opera aquí únicamente como una variable ambiental (altitud, temperatura), sino como un ecosistema y un contexto sociocultural que condiciona de manera directa las oportunidades de práctica físico-deportiva de sus habitantes: la dispersión geográfica de las veredas, la dificultad de acceso, y la centralidad de las labores agropecuarias como forma dominante de actividad física cotidiana configuran un escenario cualitativamente distinto al de la educación física urbana, para el cual los baremos y estándares convencionales fueron diseñados.

De lo anterior se deriva la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo se caracterizan las prácticas físico-deportivas y el desempeño en pruebas de condición



física de los estudiantes adolescentes que residen de forma permanente en el páramo de Sumapaz, en un contexto de gran altitud y bajas temperaturas? En tal sentido, el objetivo general del presente estudio fue analizar las prácticas físico-deportivas y el desempeño en pruebas de condición física de estudiantes adolescentes sometidos de forma permanente a gran altitud y bajas temperaturas en el Colegio Campestre Jaime Garzón, páramo de Sumapaz. Para ello, en primera medida se identificaron las prácticas físico deportivas que realizan los estudiantes, y se describieron las condiciones climáticas y físicas del entorno de páramo en que se desarrolla la actividad física.

Con base en ello, se resaltaron las actividades físicas pertinentes para su aplicación en adolescentes bajo condiciones de gran altitud y temperaturas inferiores a 9 °C. Finalmente, se aplicó una batería de pruebas físicas estandarizadas a los participantes, cuyos resultados fueron analizados a la luz de la literatura especializada y de las tablas baremo de cada test, con el fin de entregar recomendaciones pedagógicas pertinentes para el contexto.

En correspondencia con lo anterior, se sostiene en este artículo que el desempeño físico observado en los adolescentes del páramo de Sumapaz debe interpretarse como el resultado de la interacción entre la exposición ambiental crónica a la altitud y al frío y las condiciones sociales propias de la vida rural de alta montaña (particularmente las labores agropecuarias cotidianas), y no como el efecto aislado y demostrado de la altitud o la temperatura sobre el organismo. Esta interpretación exige, en consecuencia, la generación de evidencia y de baremos específicos para estas poblaciones, en lugar de la aplicación directa de referentes normativos urbanos.

Para desarrollar este argumento, el artículo se organiza de la siguiente manera: la sección de Método describe el enfoque mixto, los instrumentos, los procedimientos y las consideraciones éticas empleadas; la sección de Resultados presenta los hallazgos de la encuesta y de la batería de pruebas físicas, desagregados por sexo; la Discusión interpreta estos hallazgos a la luz de la literatura especializada, matizando las atribuciones causales que el diseño del estudio no permite establecer; y las Conclusiones sintetizan los principales aportes, las limitaciones del estudio y las líneas de investigación futura.

Metodología

Enfoque

Se desarrolló un estudio de enfoque mixto, con predominio del componente cuantitativo (diseño incrustado, QUAN+qual). El componente cuantitativo, dominante en el estudio, se desarrolló mediante encuesta estructurada y una batería estandarizada de nueve pruebas físicas, analizadas con estadística descriptiva. El componente cualitativo, de carácter complementario, se apoyó en observación participante y diarios de campo registrados durante los cinco días de aplicación de las pruebas, y cumplió una función interpretativa: contextualizar los hallazgos cuantitativos a partir de las condiciones ambientales del páramo, las labores agropecuarias cotidianas de los estudiantes y los eventos de seguridad ocurridos durante la evaluación (episodios de mareo y visión borrosa).

Esta información no fue sometida a un proceso de codificación cualitativa formal, por lo que su alcance se limita a la contextualización interpretativa de los resultados cuantitativos, y no a la



generación de categorías o hallazgos cualitativos independientes.

Tipo de estudio

De alcance descriptivo, con un diseño de campo no experimental, bajo la modalidad de estudio de caso (Hernández et al., 2004; Sampieri, 2013). Esta aproximación metodológica se consideró pertinente dado el carácter exploratorio del caso de estudio (la condición física y las prácticas físico-deportivas de adolescentes en un contexto ambiental específico y escasamente documentado) y la imposibilidad de establecer condiciones experimentales controladas en un entorno educativo rural de difícil acceso.

Variables

Las variables analizadas fueron: edad y sexo de los participantes; prácticas físico-deportivas habituales (tipo, frecuencia y percepción de importancia); y desempeño físico en las nueve pruebas de la batería aplicada (capacidad cardiorrespiratoria, agilidad, flexibilidad, resistencia anaeróbica, fuerza del core, fuerza explosiva de tren inferior y velocidad de reacción).

Categorías de análisis

Para el componente cualitativo complementario se definieron tres categorías de análisis, construidas a partir de los registros de observación participante y diarios de campo: condiciones ambientales del páramo durante la aplicación de las pruebas (altura, temperatura, viento); labores cotidianas de los estudiantes vinculadas al contexto rural (agropecuarias y domésticas), como posible factor asociado al desarrollo de determinadas capacidades físicas; e incidencias de seguridad durante

la evaluación (síntomas de mareo o visión borrosa y las acciones tomadas frente a estos).

Técnicas

Se emplearon como técnicas de recolección de datos la encuesta, la evaluación psicofísica mediante pruebas estandarizadas y, de manera complementaria, la observación participante.

Instrumentos

1. Encuesta estructurada: cuestionario ad hoc de 9 ítems, con preguntas dicotómicas (sí/no), de selección múltiple y abiertas, orientado a diagnosticar las prácticas físico-deportivas habituales de los estudiantes (frecuencia de práctica, tipo de actividades realizadas, percepción de importancia de la actividad física y conformidad con la oferta deportiva institucional). El instrumento fue sometido a juicio de tres expertos en educación física y metodología de la investigación, quienes evaluaron la pertinencia, claridad y suficiencia de los ítems; a partir de sus observaciones se ajustó la redacción de dos preguntas antes de la aplicación definitiva. No se realizó una prueba piloto independiente, lo cual se reconoce como una limitación del proceso de validación del instrumento.

2. Batería de pruebas físicas: conformada por nueve pruebas estandarizadas, seleccionadas por su uso extendido en la valoración de la condición física escolar y por contar con baremos de referencia diferenciados por sexo. La fiabilidad de este tipo de pruebas en población escolar colombiana ha sido documentada por el estudio FUPRECOL (Ramírez-Vélez et al., 2015). Es importante señalar que los baremos empleados fueron desarrollados y validados en poblaciones de baja o



mediana altitud, por lo que su aplicación a una población residente de gran altitud como la del páramo de Sumapaz constituye una limitación interpretativa que se retoma en la discusión. Las pruebas aplicadas fueron:

- Test de Cafra. Detectar estudiantes con riesgo cardiovascular. El estudiante camina a velocidad constante de 6 km/h durante 3 minutos al ritmo de un estímulo sonoro; se registra la frecuencia cardiaca al finalizar. Una frecuencia ≥ 160 lat/min exime al estudiante del Test de Navette (Vásquez Gómez et al., 2014).
- Test de Course-Navette (Léger). Estima la potencia aeróbica máxima y, de forma indirecta, el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}). El estudiante se desplaza en una distancia de 20 metros incrementando progresivamente la velocidad al ritmo de un estímulo sonoro, hasta el abandono voluntario o por fatiga. Su validez y fiabilidad en población adolescente ha sido ampliamente documentada desde su formulación original (Léger et al., 1988).
- Test de Agilidad Illinois. Valora la agilidad mediante un recorrido delimitado por conos que exige cambios rápidos de dirección sin pérdida de velocidad ni control corporal (Getchell, 1979; Hachana et al., 2013).
- Test de Wells y Dillon. Evalúa la flexibilidad de la cadena posterior mediante flexión de tronco desde posición sentada, con piernas extendidas, alcanzando la mayor distancia posible sobre una cinta métrica (Wells y Dillon, 1952; Muyor et al., 2014).
- Test de Burpee. Mide la resistencia anaeróbica mediante el conteo del mayor número de repeticiones de una secuencia

de movimientos (posición de pie, flexión de piernas y manos al suelo, extensión de piernas, retorno) en un tiempo determinado (Burpee, 1940; Tai et al., 2022).

- Test de Abdominales. Cuantifica la fuerza muscular del CORE mediante el mayor número de flexiones de tronco realizadas en 30 segundos.
- Test de Salto Alto. Valora la fuerza explosiva del tren inferior mediante un salto vertical máximo con alcance de manos (Sargent, 1921).
- Test de Salto Largo. Valora la fuerza explosiva horizontal del tren inferior mediante un salto longitudinal desde posición de pies juntos.
- Test de Puesta en Acción. Mide la velocidad de reacción y desplazamiento mediante el registro del tiempo empleado en recorrer 20 metros a la máxima velocidad posible tras una señal del instructor.

3. Diarios de campo y observación participante: registros elaborados por el investigador a lo largo de los cinco días de aplicación, orientados a documentar las condiciones ambientales, las labores cotidianas observadas en la comunidad educativa y las incidencias de seguridad durante la evaluación, en función de las categorías de análisis definidas.

Población

La población correspondió a los estudiantes de básica secundaria y media del Colegio Campestre Jaime Garzón I.E.D., sede principal de Auras, páramo de Sumapaz (localidad 20, Bogotá D.C.), institución educativa rural cuya



comunidad estudiantil reside de forma permanente en el territorio de páramo.

Muestra

La muestra fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, estuvo conformada por 60 estudiantes (24 hombres, 40 %; 36 mujeres, 60 %) de 15 a 17 años, cursantes de los grados octavo (17 %), noveno (20 %), décimo (27 %) y undécimo (36 %). Todos los participantes eran residentes permanentes del páramo de Sumapaz, a alturas entre 2.250 y 4.370 msnm, con temperaturas ambientales que oscilan entre 2 °C y 10 °C.

Criterios de inclusión: edad entre 15 y 17 años; matrícula vigente en la institución; residencia permanente en el páramo de Sumapaz; asistencia el día de aplicación de la encuesta y de la batería de pruebas; autorización de los padres o acudientes y asentimiento del estudiante.

Criterios de exclusión: presentar alguna condición médica diagnosticada que contraindicara la realización de pruebas físicas de esfuerzo, o no contar con la autorización familiar correspondiente. Adicionalmente, dentro de la batería, los estudiantes cuya frecuencia cardíaca al finalizar el Test de Cafrá fue igual o superior a 160 lat/min (2 hombres y 3 mujeres) fueron exonerados específicamente del Test de Navette, por representar un criterio de seguridad cardiovascular; estos estudiantes se mantuvieron en el estudio y su desempeño en las ocho pruebas físicas restantes fue registrado y analizado con normalidad. Los porcentajes reportados para el Test de Navette (Tabla 2) se calculan sobre el total de la muestra por sexo (n = 24 hombres; n = 36 mujeres), incluyendo a los estudiantes exonerados dentro de la categoría correspondiente, con el fin de mantener la

comparabilidad de los denominadores entre pruebas.

Procedimiento

La recolección de datos se desarrolló en cinco fases:

4. Diagnóstico de las prácticas físico deportivas mediante la aplicación de la encuesta estructurada.
5. Definición de la estrategia de recolección complementaria, incluyendo diarios de campo y observación participante.
6. Empleo de la batería de pruebas físicas, aplicada a una altura aproximada de 4.200 metros y temperatura ambiental entre 4 °C y 6 °C, a lo largo de cinco días de aplicación consecutivos.
7. Interpretación y análisis de los resultados.
8. Informe final, integrando los instrumentos de recolección, las gráficas de resultados y los registros fotográficos del proceso.

Protocolos de aplicación de la batería física: cada jornada inició con una charla informativa y un calentamiento general estandarizado (movilidad articular y activación cardiovascular progresiva) de aproximadamente 10 minutos, aplicado por igual a todos los participantes. Las pruebas se realizaron siempre en el mismo orden (Cafrá, Navette, Agilidad Illinois, Wells y Dillon, Burpee, Abdominales, Salto Alto, Salto Largo y Puesta en Acción), con pausas de recuperación entre pruebas y un único intento por estudiante en las pruebas de máximo esfuerzo (Navette, Burpee, Puesta en Acción), salvo en Salto Alto y Salto Largo, donde se



registró el mejor de dos intentos. Las pruebas se desarrollaron en la superficie plana disponible en las instalaciones deportivas de la institución, en horario de la mañana, con los estudiantes en su uniforme habitual de educación física, y se dispuso de agua para hidratación entre pruebas. El registro estuvo a cargo del investigador, con apoyo de un docente de la institución presente durante toda la jornada como responsable de seguridad. Ante síntomas de mareo o visión borrosa, la prueba correspondiente se suspendió de inmediato para el estudiante afectado, quien fue retirado a pausa activa e hidratación bajo supervisión docente.

Consideraciones éticas

El estudio contó con el consentimiento informado de los padres o acudientes de los estudiantes participantes y el asentimiento verbal de los adolescentes, así como con la autorización institucional otorgada por el Consejo Académico del Colegio Campestre Jaime Garzón I.E.D., instancia que, en ausencia de un comité de ética institucional formal, evaluó y aprobó el desarrollo de la investigación en el contexto escolar.

Se garantizó la confidencialidad de los datos mediante anonimización de los registros. Como medida de seguridad adicional, se aplicó el Test de Cafra a modo de tamizaje previo de riesgo cardiovascular, exonerando del Test de Navette a los estudiantes cuya frecuencia cardíaca superó 160 lat/min; la aplicación de la batería contó con la presencia de personal docente y se suspendió la prueba correspondiente ante síntomas de mareo o visión borrosa, atendidos in situ mediante pausa activa e hidratación.

Análisis de datos

El análisis se realizó mediante estadística descriptiva (frecuencias absolutas y porcentajes), desagregada por sexo, empleando hojas de cálculo para la codificación, tabulación y elaboración de gráficos. Los resultados de cada prueba física se contrastaron contra los baremos de valoración estandarizados correspondientes a cada instrumento, diferenciados por sexo, con el fin de clasificar el desempeño de los participantes en las categorías propias de cada test (por ejemplo: excelente, bueno, promedio, deficiente, pobre).

No se aplicaron pruebas de significancia estadística ni otros procedimientos de estadística inferencial; en consecuencia, las diferencias de desempeño reportadas entre hombres y mujeres a lo largo de este artículo se presentan y deben interpretarse como diferencias descriptivas observadas en la muestra, y no como diferencias estadísticamente demostradas.

Es importante precisar que los resultados se registraron y consolidaron en función de las categorías de cada baremo (por ejemplo: excelente, bueno, promedio, deficiente, pobre), y no como puntuaciones brutas individuales; en consecuencia, este artículo reporta frecuencias y porcentajes por categoría, pero no fue posible calcular medidas de tendencia central ni de dispersión (media, mediana, desviación estándar) por prueba, lo que se reconoce como una limitación en el nivel de detalle estadístico alcanzado.

Resultados

Caracterización sociodemográfica y prácticas físico-deportivas



De los 60 estudiantes encuestados, el 38% tenía 15 años, el 27 % 16 años y el 35% 17 años; el 60 % correspondió al sexo femenino y el 40 % al sexo masculino, distribuidos en los grados octavo (17%), noveno (20%), décimo (27%) y undécimo (36%). El 83% declaró practicar algún deporte, y la totalidad de los encuestados (100 %) consideró importante la práctica de actividad física en su vida; sin embargo, solo el 28 % la realiza siempre, frente a un 62% que la practica "a veces" y un 10 % "casi nunca". Las actividades reportadas con mayor frecuencia fueron el fútbol (34%), correr o saltar (27%), caminar (13%) y ejercicios de calentamiento/estiramiento (12%). El 93% de los estudiantes manifestó conformidad con la oferta deportiva institucional, y el 92 % expresó disposición a participar en nuevas actividades físicas.

Tabla 1.
Caracterización de la muestra y prácticas físico-deportivas (n = 60)

Variable	Categoría	n	%
Sexo	Masculino / Femenino	24 / 36	40% / 60%
Práctica deportiva	Sí / No	50 / 10	83% / 17%
Frecuencia de práctica	Siempre / A veces / Casi nunca	17 / 37 / 6	28% / 62% / 10%
Importancia percibida de la AF	Sí	60	100%
Conformidad con oferta institucional	Sí / No	56 / 4	93% / 7%
Disposición a nueva actividad física	Sí / No	55 / 5	92% / 8%

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada.

Resultados

La batería se aplicó a una altura aproximada de 4.200 m y temperatura entre 4 °C y 6 °C. A continuación, se presentan los resultados desagregados por cada una de las nueve pruebas aplicadas.

Test de Cafra y Test de Course-Navette (capacidad cardiorrespiratoria)

En el Test de Cafra, 2 estudiantes de sexo masculino (frecuencia cardiaca de 162 y 168 lat/min) y 3 de sexo femenino (168, 170 y 174 lat/min) fueron exonerados del Test de Navette por superar el umbral de 160 lat/min, criterio empleado para descartar riesgo cardiovascular antes de someter al estudiante a una prueba de mayor exigencia. En el Test de Navette, el 54% de los hombres y el 75% de las mujeres abandonaron la prueba antes del quinto periodo (puntuación entre 0 y 4.5-5), mientras que el 38% de los hombres y el 17% de las mujeres lograron superar el periodo 5. Durante la prueba se registraron episodios de mareo (2 estudiantes de sexo femenino) y visión borrosa (1 estudiante de sexo femenino).

Tabla 2.
Resultados del Test de Course-Navette por sexo

Sexo (n)	Retiro antes del periodo 5	Superó el periodo 5	Exonerados (FC >=160 lat/min)
Masculino (24)	54%	38%	8%
Femenino (36)	75%	17%	8%

Fuente: Elaboración propia a partir de los baremos del Test de Course-Navette.

Test de Agilidad Illinois y Test de Wells y Dillon (agilidad y flexibilidad)

En el Test de Agilidad Illinois, el 46% de los hombres se ubicó en nivel promedio, 17% sobre el promedio y 37% por debajo del nivel esperado; en mujeres, el 64 % se ubicó en promedio, 3 % en nivel excelente y 33 % por debajo. En el Test de Wells y Dillon, el 58% de los hombres se ubicó entre nivel promedio y bueno (42% en nivel deficiente-pobre), mientras que el



86% de las mujeres alcanzó nivel promedio-bueno (14% en nivel deficiente-pobre), evidenciando mayor flexibilidad en el sexo femenino.

Tabla 3.
Resultados de agilidad (Illinois) y flexibilidad (Wells y Dillon) por sexo

Prueba	Sexo	Nivel promedio o superior	Nivel bajo/deficiente
Agilidad Illinois	Masculino (24)	63% (11 promedio, 4 sobre promedio)	37% (2 bajo, 7 pobre)
Agilidad Illinois	Femenino (36)	67% (23 promedio, 1 excelente)	33% (5 bajo, 7 pobre)
Wells y Dillon	Masculino (24)	58% (5 bueno, 9 promedio)	42% (8 deficiente, 2 pobre)
Wells y Dillon	Femenino (36)	86% (7 bueno, 24 promedio)	14% (3 deficiente, 2 pobre)

Fuente: Elaboración propia a partir de los baremos de cada test.

Test de Burpee y Test de Abdominales (resistencia anaeróbica y fuerza del core)

En el Test de Burpee, el 92% de los hombres (3 normal, 19 bueno) se ubicó en estado normal-bueno frente a un 8% en estado malo; en mujeres, el 64% (22 normal, 1 bueno) se ubicó en normal-bueno frente a un 36 % en estado malo. En el Test de Abdominales, el 79% de los hombres (17 excelente, 2 bueno) y el 72% de las mujeres (9 excelente, 17 bueno) obtuvieron valoración excelente-buena.

Tabla 4.
Resultados de resistencia anaeróbica (Burpee) y fuerza del core (Abdominales) por sexo

Prueba	Sexo	Nivel normal/bueno/excelente	Nivel malo/bajo
Burpee	Masculino (24)	92% (3 normal, 19 bueno)	8% (2 malo)
Burpee	Femenino (36)	64% (22 normal, 1 bueno)	36% (13 malo)
Abdominales	Masculino (24)	79% (17 excelente, 2 bueno)	21% (4 mediano, 1 bajo)
Abdominales	Femenino (36)	72% (9 excelente, 17 bueno)	28% (4 mediano, 6 bajo)

Fuente: Elaboración propia a partir de los baremos de cada test.

Test de Salto Alto y Test de Salto Largo (fuerza explosiva de tren inferior)

En el Test de Salto Alto, el 63% de los hombres (1 excelente, 6 bueno, 8 mediano) se ubicó en nivel medio-excelente, frente al 37% restante en nivel bajo-pobre; en mujeres, el 56% (8 bueno, 12 mediano) se ubicó en nivel medio-excelente, frente al 44% en nivel bajo-pobre. En el Test de Salto Largo, el 75% de los hombres (5 muy bueno, 9 bueno, 4 normal) y el 78% de las mujeres (3 muy bueno, 10 bueno, 15 normal) obtuvieron valoración muy buena, buena o normal.

Tabla 5.
Resultados de fuerza explosiva de tren inferior (Salto Alto y Salto Largo) por sexo

Prueba	Sexo	Nivel medio o superior	Nivel bajo/pobre
Salto Alto	Masculino (24)	63% (1 excelente, 6 bueno, 8 mediano)	37% (6 bajo, 3 pobre)
Salto Alto	Femenino (36)	56% (8 bueno, 12 mediano)	44% (11 bajo, 5 pobre)
Salto Largo	Masculino (24)	75% (5 muy bueno, 9 bueno, 4 normal)	25% (1 bajo, 5 muy bajo)
Salto Largo	Femenino (36)	78% (3 muy bueno, 10 bueno, 15 normal)	22% (7 bajo, 1 muy bajo)

Fuente: Elaboración propia a partir de los baremos de cada test.

Test de Puesta en Acción (velocidad de reacción)

Entre las ocho pruebas que comparten una escala categórica comparable de cinco niveles (excelente-bueno-mediano-bajo-malo/pobre), esta prueba arrojó los resultados más deficientes: el 37% de los hombres (9 de 24) y el 53% de las mujeres (19 de 36) obtuvieron valoración "mala" en el recorrido de 20 metros a máxima velocidad. Solo el 17% de los hombres (4



de 24) y ninguna estudiante de sexo femenino alcanzaron valoración "excelente".

Tabla 6.
Resultados del Test de Puesta en Acción (velocidad de reacción) por sexo

Sexo (n)	Excelente	Bueno	Mediano	Bajo	Malo
Masculino (24)	4 (17%)	6 (25%)	5 (21%)	0 (0%)	9 (37%)
Femenino (36)	0 (0%)	4 (11%)	9 (25%)	4 (11%)	19 (53%)

Fuente: elaboración propia a partir de los baremos del Test de Puesta en Acción.

Con el fin de identificar cuál capacidad física presentó el desempeño más deficiente de forma comparable, la Tabla 7 sintetiza el porcentaje de estudiantes en nivel bajo o deficiente para las siete pruebas que comparten una escala categórica común de cinco niveles (excelente, bueno, mediano/promedio, bajo, malo/pobre). El Test de Course-Navette se excluye de esta comparación directa por emplear una escala distinta (abandono de la prueba antes o después de un periodo de referencia); sus resultados se reportan de forma independiente en la Tabla 2.

Tabla 7.
Síntesis comparativa del porcentaje de desempeño bajo/deficiente por prueba (escala categórica comparable)

Prueba (escala categórica comparable)	% bajo/deficiente Hombres	% bajo/deficiente Mujeres	Promedio (M+F)/2
Puesta en Acción (velocidad de reacción)	37%	64%	50.5%
Salto Alto (fuerza expl. tren inferior)	37%	44%	40.5%
Agilidad Illinois	37%	33%	35.0%
Wells y Dillon (flexibilidad)	42%	14%	28.0%
Abdominales (fuerza del core)	21%	28%	24.5%
Salto Largo (fuerza expl. tren inferior)	25%	22%	23.5%
Burpee (resistencia anaeróbica)	8%	36%	22.0%

Fuente: Elaboración propia a partir de los baremos de cada test. Ordenado de mayor a menor porcentaje promedio de desempeño bajo/deficiente.

Como se observa, la velocidad de reacción (Test de Puesta en Acción) presenta el mayor porcentaje promedio de desempeño bajo/deficiente entre las pruebas de escala comparable, seguida de la fuerza explosiva del tren inferior evaluada mediante salto vertical. No obstante, en términos absolutos, la proporción de estudiantes con desempeño limitado en el Test de Course-Navette (54% hombres, 75% mujeres; Tabla 2) fue incluso mayor, por lo que la capacidad cardiorrespiratoria y la velocidad de reacción se consideran, en conjunto, las dos áreas prioritarias de intervención pedagógica, tal como se retoma en la discusión.

Discusión

Los hallazgos de este estudio son, en términos generales, consistentes con la literatura que documenta procesos de aclimatación funcional en poblaciones que habitan de forma permanente en altitud (Ramos, 2015; Ramchandani et al., 2024). El desempeño promedio o superior obtenido por el 83% de los estudiantes en la mayoría de las pruebas, particularmente en fuerza, resistencia anaeróbica y flexibilidad, sugiere que la exposición crónica, y no meramente aguda, a las condiciones del páramo de Sumapaz se traduce en un desarrollo funcional específico de estas capacidades, posiblemente asociado a las labores agropecuarias cotidianas propias del contexto rural.

El hallazgo más consistente en sentido contrario es la limitada capacidad cardiorrespiratoria evidenciada en el Test de Course-Navette, donde una proporción



mayoritaria de estudiantes de ambos sexos (y particularmente del sexo femenino) abandonó la prueba antes del quinto periodo. Este resultado es coherente con la disminución de la presión parcial de oxígeno disponible en altura, que limita la capacidad de sostener esfuerzos aeróbicos progresivos y máximos (Venegas, 2007).

Conviene, sin embargo, matizar esta lectura: dado que el Test de Course-Navette fue diseñado y validado originalmente en poblaciones a nivel del mar (Léger et al., 1988), es plausible que parte de la baja puntuación observada refleje no solo una limitación fisiológica real, sino también un desajuste entre el estímulo sonoro progresivo del protocolo original y las condiciones de menor disponibilidad de oxígeno del entorno de aplicación, lo que constituye una hipótesis que estudios futuros deberían contrastar mediante la comparación con poblaciones adolescentes de baja altitud evaluadas bajo el mismo protocolo.

Esta consideración adquiere mayor relevancia si se contrasta con el estudio FUPRECOL, que estableció la fiabilidad de las pruebas de condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes escolares de Bogotá, ciudad ubicada a una altitud considerablemente menor (2.640 msnm) que el rango en que se sitúa el páramo de Sumapaz (2.250-4.370 msnm) (Ramírez-Vélez et al., 2015). La ausencia de referentes normativos específicos para poblaciones de gran altitud limita la interpretación comparativa de los resultados aquí obtenidos y refuerza la necesidad, señalada también por Pacheco-Herrera et al. (2016) para el contexto colombiano, de generar baremos diferenciados según las condiciones ambientales de la población evaluada.

En cuanto al plano hematológico y de rendimiento aeróbico, un meta análisis reciente encontró que, si bien el entrenamiento en altitud incrementa de forma consistente la concentración de hemoglobina, no logra demostrar un efecto significativo sobre el consumo máximo de oxígeno (Deng et al., 2025). Esto sugiere que la relación entre exposición a la altitud y capacidad aeróbica no es lineal, y que factores individuales (genéticos, nutricionales, de entrenamiento previo) median esta relación de forma más determinante de lo que asumían estudios anteriores.

Este matiz resulta pertinente para interpretar por qué, pese a residir de forma permanente en altitud, los estudiantes evaluados no mostraron necesariamente una capacidad cardiorrespiratoria superior, sino más bien limitada, frente a los estándares convencionales. Cabe señalar que esta interpretación se apoya en la comparación con la literatura especializada y no en mediciones fisiológicas directas de los participantes: el presente estudio no incluyó determinación de saturación de oxígeno, concentración de hemoglobina, frecuencia cardíaca basal, composición corporal ni VO₂máx estimado, por lo que el análisis de los mecanismos de aclimatación a la altitud y al frío se mantiene en un plano contextual y comparativo, no fisiológico-experimental.

La superioridad femenina en flexibilidad (Wells y Dillon) y la superioridad masculina en resistencia anaeróbica (Burpee) y fuerza del core (Abdominales) replican un patrón ampliamente documentado en la literatura sobre diferencias de sexo en el desarrollo físico adolescente, generalmente atribuido a diferencias en composición corporal, distribución de masa muscular y desarrollo



hormonal propios de cada sexo. Este hallazgo sugiere la pertinencia de diseñar estrategias pedagógicas diferenciadas por sexo desde la clase de educación física, que fortalezcan de manera específica las capacidades menos desarrolladas en cada grupo, con un enfoque inclusivo, progresivo y contextualizado, sin que ello implique una segregación de la práctica deportiva ni una lectura determinista de las diferencias observadas.

El hallazgo de mayor relevancia práctica para la intervención pedagógica es el desempeño consistentemente deficiente en el Test de Puesta en Acción (velocidad de reacción), presente en ambos sexos, pero considerablemente más marcado en las mujeres (53% en nivel "malo", frente al 37% de los hombres). La velocidad de reacción es reconocida en la literatura sobre entrenamiento deportivo como una capacidad frecuentemente desatendida en los currículos de educación física escolar, tanto en contextos urbanos como rurales, en comparación con otras capacidades condicionales como la fuerza o la resistencia. Su desarrollo requiere estímulos específicos y sistemáticos (ejercicios de reacción ante estímulos visuales o auditivos, cambios rápidos de dirección) que, según los resultados de la encuesta aplicada, no parecen estar suficientemente presentes en la oferta curricular actual del Colegio Campestre Jaime Garzón.

Respecto al contexto de actividad física cotidiana, si bien el 100% de los estudiantes reconoce la importancia de la actividad física, solo el 28% la practica de forma constante. Este patrón es consistente con investigaciones recientes en poblaciones escolares latinoamericanas: un estudio con datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022-2023 de México encontró que factores

sociodemográficos como el sexo, el área de residencia y el nivel de bienestar se asocian con el incumplimiento de las recomendaciones de actividad física en escolares y adolescentes (Medina García et al., 2024). En el caso del páramo de Sumapaz, la dificultad de acceso geográfico y la dispersión de las veredas (factores mencionados explícitamente por los propios estudiantes como limitantes de la oferta deportiva institucional) probablemente constituyen barreras específicas del contexto rural de alta montaña que ameritan atención diferenciada en el diseño de políticas de promoción de actividad física.

Finalmente, respecto a la exposición al frío, la evidencia pediátrica reciente que cuestiona la premisa de una menor capacidad termorreguladora adolescente frente a la adulta (American Academy of Pediatrics, 2011/2025) invita a interpretar con cautela cualquier atribución directa entre las bajas temperaturas del páramo y limitaciones en el desempeño físico observado, sugiriendo que los mecanismos de adaptación evidenciados en este estudio podrían estar más relacionados con la exposición crónica y las condiciones de vida propias del páramo que con una fragilidad fisiológica inherente a la edad de los participantes.

Conclusiones

Los resultados de este estudio de caso evidencian que los estudiantes adolescentes del Colegio Campestre Jaime Garzón, residentes permanentes del páramo de Sumapaz, presentan un desempeño físico predominantemente promedio o superior en fuerza, resistencia anaeróbica y flexibilidad, hallazgo compatible con un proceso de adaptación funcional a las condiciones ambientales de



gran altitud y bajas temperaturas propias de su entorno.

Se identifican, no obstante, dos áreas de desempeño deficiente que ameritan atención pedagógica prioritaria: la capacidad cardiorrespiratoria, limitada en una proporción mayoritaria de estudiantes de ambos sexos, y particularmente en el sexo femenino; y la velocidad de reacción, que constituyó la capacidad física más deficiente entre las pruebas de escala categórica comparable, también con mayor afectación en el sexo femenino. Cabe precisar que el Test de Course-Navette, empleado para valorar la capacidad cardiorrespiratoria, se evalúa mediante una escala distinta (abandono de la prueba antes o después de un periodo de referencia) y no es directamente comparable en magnitud con las demás pruebas; en términos absolutos, la proporción de estudiantes con desempeño limitado en dicho test (54% hombres, 75% mujeres) fue incluso mayor que en velocidad de reacción, por lo que ambas capacidades deben considerarse, en conjunto, como las áreas prioritarias de intervención.

Se identifican asimismo diferencias de desempeño asociadas al sexo, consistentes con patrones documentados en la literatura sobre desarrollo físico adolescente: los hombres mostraron mejor desempeño relativo en fuerza y resistencia anaeróbica, mientras que las mujeres se desempeñaron mejor en flexibilidad y, en menor proporción, en agilidad.

Finalmente, se concluye que, si bien la totalidad de los estudiantes reconoce la importancia de la actividad física, su práctica constante sigue siendo minoritaria, lo que sugiere la existencia de barreras de acceso propias del contexto rural de alta montaña (dificultad

geográfica, dispersión de veredas, limitada oferta de espacios e implementos deportivos) que deben ser abordadas de forma diferenciada respecto a las estrategias diseñadas para contextos urbanos. En consecuencia, se recomienda a la institución educativa fortalecer de manera prioritaria y sistemática la velocidad de reacción desde la clase de educación física, diseñar estrategias diferenciadas por sexo que potencien las capacidades relativamente menos desarrolladas en cada grupo.

Se sugiere explorar, en articulación con programas distritales y locales, el desarrollo de espacios físicos y deportivos accesibles y de baremos normativos específicos para poblaciones adolescentes de gran altitud; esta última sugerencia se plantea como una proyección para futuras líneas de trabajo intersectorial, y no como una recomendación de política pública derivada de una evaluación directa de dichos programas, que excede el alcance de este estudio.

Este estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar sus hallazgos. Entre ellas se cuentan: el diseño de caso con muestra por conveniencia; el registro de los resultados por categoría de baremo en lugar de puntuaciones brutas individuales (lo que impidió calcular medias y desviaciones estándar por prueba); la ausencia de un grupo de comparación a menor altitud evaluado bajo el mismo protocolo; la falta de mediciones fisiológicas directas (saturación de oxígeno, hemoglobina, frecuencia cardíaca basal, composición corporal, VO₂máx estimado); el uso de baremos de referencia no desarrollados específicamente para poblaciones de gran altitud; y la ausencia de pruebas de significancia estadística para las diferencias descriptivas reportadas entre



sexos. Estudios futuros deberían contrastar estos hallazgos mediante diseños comparativos y longitudinales que incorporen mediciones fisiológicas directas.

Referencias

- Bergeron, M. F., Devore, C. D., Rice, S. G., Council on Sports Medicine and Fitness, & Council on School Health. (2011). Climatic heat stress and exercising children and adolescents. *Pediatrics*, 128(3), e741–e747. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-1664>
- Burpee, R. H. (1940). *Seven quickly administered tests of physical capacity and their use in detecting physical incapacity for motor activity in men and boys* (Contributions to Education No. 818). Teachers College, Columbia University.
- Deng, L., Liu, Y., Chen, B., Hou, J., Liu, A., & Yuan, X. (2025). Impact of altitude training on athletes' aerobic capacity: A systematic review and meta-analysis. *Life*, 15(2), 305. <https://doi.org/10.3390/life15020305>
- Getchell, B. (1979). *Physical fitness: A way of life* (2.^a ed.). John Wiley & Sons.
- Hachana, Y., Chaabène, H., Nabli, M. A., Attia, A., Moualhi, J., Farhat, N., & Elloumi, M. (2013). Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the Illinois agility test in male team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2752–2759. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182890ac3>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Instituto de Salud Pública de Chile. (2015). *Trabajo en altura geográfica en Chile* (Nota Técnica N.º 019). Instituto de Salud Pública de Chile.
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93–101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
- Medina García, C., Jáuregui, A., Blas, N., Campos, I., Macías, N., López-Ridaura, R., & Barquera, S. (2024). Promoción de actividad física en escolares y adolescentes. *Salud Pública de México*, 66(4), 435–445. <https://doi.org/10.21149/15787>
- Muyor, J. M., Zemková, E., Štefániková, G., & Kotyra, M. (2014). Concurrent validity of clinical tests for measuring hamstring flexibility in school age children. *International Journal of Sports Medicine*, 35(8), 664–669. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1353217>
- Pacheco-Herrera, J. D., Ramírez-Vélez, R., & Correa-Bautista, J. E. (2016). Índice general de fuerza y adiposidad como medida de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutrición Hospitalaria*, 33(3), 556–564. <https://doi.org/10.20960/nh.261>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (s. f.). *Parque Nacional Natural Sumapaz*. <https://www.parquesnacionales.gov.co/nuestros-parques/pnn-sumapaz/>



- Ramchandani, R., Florica, I. T., Zhou, Z., Alemi, A., & Baranchuk, A. (2024). Review of athletic guidelines for high-altitude training and acclimatization. *High Altitude Medicine & Biology*, 25(2), 113–121. <https://doi.org/10.1089/ham.2023.0042>
- Ramírez-Vélez, R., Rodrigues-Bezerra, D., Correa-Bautista, J. E., Izquierdo, M., & Lobelo, F. (2015). Reliability of health-related physical fitness tests among Colombian children and adolescents: The FUPRECOL study. *PLOS ONE*, 10(10), e0140875. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140875>
- Sargent, D. A. (1921). The physical test of a man. *American Physical Education Review*, 26(4), 188–194. <https://doi.org/10.1080/23267224.1921.10650486>
- Tai, J. Q. J., Wong, S. F., Chow, S. K. M., Choo, D. H. W., Choo, H. C., Sahrom, S., & Aziz, A. R. (2022). Assessing physical fitness of athletes in a confined environment during prolonged self-isolation: Potential usefulness of the test of maximal number of burpees performed in 3 minutes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 5928. <https://doi.org/10.3390/ijerph19105928>
- Vásquez Gómez, J., Garrido Méndez, A., Loyola Licata, A., & Saavedra Concha, A. (2014). SIMCE de educación física: Relación entre test de CAFRA y Course Navette en estudiantes de educación física. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 15(2), 87–98. <https://revistacaf.ucm.cl/article/view/64>
- Venegas Pérez, P. (2007). *Bases biológicas del entrenamiento en altitud*. 5.º Congreso Internacional de Cardiología por Internet, Federación Argentina de Cardiología.
- Wells, K. F., & Dillon, E. K. (1952). The sit and reach—A test of back and leg flexibility. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 23(1), 115–118. <https://doi.org/10.1080/10671188.1952.10761965>