

Composición Corporal, Capacidades Condicionales y Longitud Digital Índice y Anular en
Escolares de San Alberto Cesar

Jorge Delgado Delgado

Trabajo de Grado para Optar al Título de Magister en Desarrollo del Talento Deportivo

Directora

Alejandra María Franco Jiménez

PhD. en Ciencias de la Motricidad

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Humanas

Departamento de Educación Física y Deportes y Deportes

Programa Académico Maestría en Desarrollo del Talento Deportivo

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

A Dios, por ser la guía espiritual en cada una de mis pasos a lo largo de la vida, por brindarme la fortaleza necesaria para lograr las metas propuestas.

A mis padres, que con su ejemplo y esfuerzo me enseñaron a luchar y a perseverar y a nunca abandonar ante las diferentes dificultades, inspirándome siempre que las metas se consiguen con sacrificio, disciplina y amor por lo que se emprende.

Agradecimientos

A Dios, por bendecirme con salud, constancia y sabiduría durante todo este tiempo de formación académica y personal.

A mi familia, Exney y Brenda, por su apoyo incondicional, por su paciencia, comprensión y amor durante este tiempo que muchas veces fue adverso y complicado.

A mi directora, Dra. Alejandra María Franco Jiménez, por su valioso acompañamiento durante este proceso investigativo, su orientación académica y sus grandes consejos fueron pilares fundamentales para el fortalecimiento del estudio.

Al docente, Mgs. Santiago Ramos Bermúdez, por su disponibilidad, acompañamiento, y sus valiosos aportes académicos y experiencias investigativas que fueron relevantes y significativos en el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Industrial de Santander y a cada uno de los docentes, por implementar espacios de fortalecimiento académico en el ámbito deportivo acordes a las necesidades del entorno y por fomentar la investigación como medio para contrarrestar los vacíos existentes.

A la Institución Educativa San Alberto Magno, a cada uno de los estudiantes y padres de familia, que hicieron parte de la investigación, gracias por abrir las puertas y permitir que este proyecto investigativo fuese una realidad.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción.....	14
Planteamiento del Problema.....	17
Justificación.....	20
1.Objetivos.....	25
1.1. Objetivo General.....	25
1.2. Objetivos Específicos.....	25
2. Capitulo II. Estado del Arte.....	26
2.1. Desarrollo de Antecedentes.....	26
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	26
2.1.3. Aspectos Socio-democrático.....	30
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	31
2.2. Fundamentos Teóricos.....	33
2.2.1. Composición Corporal y Características Morfológicas.....	34
2.2.2. Capacidades Condicionales.....	37
2.2.2.1. Resistencia.....	39
2.2.2.2. Fuerza.....	42
2.2.2.3. Velocidad.....	44

COMPOSICIÓN CORPORAL, CAPACIDADES FÍSICAS, 2D:4D	5
2.2.2.4. Aceleración.....	47
2.2.2.5. Flexibilidad.....	47
2.2.3. Índice de Longitud Digital.....	49
Capítulo III. Metodología.....	52
3.1. Tipo de Estudio.....	52
3.2. Población y Muestra.....	52
3.2.1. Criterios de Inclusión.....	55
3.2.2. Criterios de Exclusión.....	55
3.3. Métodos Empleados en la Investigación.....	55
3.4. Estrategia de Búsqueda de los Artículos Relacionados con la Investigación.....	56
3.5. Técnicas e Instrumentos.....	57
3.6. Aspectos Éticos.....	64
Capítulo IV. Resultados.....	66
4.1 Características de Frecuencia de Práctica Deportiva y Deporte.....	66
4.2. Composición Corporal.....	68
4.3. Capacidades Condicionales.....	75
4.4 Índice 2D/4D por Grado y Sexo.....	80
4.5. Correlaciones.....	81
5. Discusión.....	87
6. Conclusiones.....	92

COMPOSICIÓN CORPORAL, CAPACIDADES FÍSICAS, 2D:4D	6
7. Recomendaciones	95
Referencias Bibliográficas.....	97
Apéndice.....	107

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Caracterización de la población y muestra	53
Tabla 2. Estrato sociodemográfico y edad por sexo	66
Tabla 3. Frecuencia de Práctica Deportiva por semana y Deporte, por grado académico y sexo.....	67
Tabla 4. Variables morfológicas por grado y sexo.....	69
Tabla 5. Variables morfológicas evaluadas por antropometría distribuidas por edad y sexo.	71

Tabla 6. Clasificación nutricional a partir del IMC para sexo, edad y talla esperada para la edad.....	72
Tabla 7. IMC y talla por edad decimal.	73
Tabla 8. Promedio y desviación estándar para, VO ₂ max, fuerza, aceleración, velocidad y flexibilidad por grado y sexo.	76
Tabla 9. Variables de las capacidades condicionales distribuidas por edad y sexo.	79
Tabla 10.. Promedio, desviación estándar y Media ± DE, del índice de longitud digital 2D:4D por grado y sexo.	80
Tabla 11. Correlación Rho Spearman entre índice de longitud digital y variables morfológicas evaluadas mediante antropometría (peso, talla, talla sentado, envergadura, IMC)	82
Tabla 12. Correlación Rho Spearman entre índice de longitud digital y variables morfológicas evaluadas mediante antropometría (Perímetro de brazo, cintura, cadera, muslo y pantorrilla)	83
Tabla 13. Correlación Rho Spearman entre índice de longitud digital y capacidades condicionales (VO ₂ max, fuerza, aceleración, Velocidad y Flexibilidad).	83
Tabla 14. Correlación Rho Spearman, entre envergadura, IMC y capacidades condicionales (fuerza, resistencia).....	84
Tabla 15. Correlación Rho Spearman entre perímetro de cintura y capacidades condicionales (velocidad, flexibilidad, resistencia).....	85
Tabla 16. Correlación Rho Spearman entre la fuerza, la aceleración, la velocidad y el VO ₂ max.	86

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1: Capacidades condicionales	38
Figura 2. Resistencia: Clasificación de la Resistencia	40
Figura 3. Fuerza: Tipos de Fuerza	42
Figura 4. Velocidad: Clasificación de la Velocidad	44
Figura 5. Flexibilidad: Tipos de Flexibilidad	48
Figura 6. Distribución de la muestra	53

Lista de Apéndices

Apéndice A: Consentimiento Informado	107
Apéndice B: Asentimiento Informado	113
Apéndice C: Ficha de registro de datos	117
Apéndice D: Figura 6 Salto Horizontal	118
Apéndice E: Figura 7 Prueba Course Navette /Beep Test	119
Apéndice F: Figura 8 Carrera 40	120
Apéndice G: Figura 9 Prueba Sit and Reach	121
Apéndice H: Figura 10 Prueba Medición 2D:4D	122

Glosario

2D:4D (Índice de longitud digital): Relación entre la longitud del dedo índice (2D) y el dedo anular (4D), utilizada como marcador biológico indirecto de la exposición prenatal a andrógenos y asociada de manera complementaria con algunas capacidades físicas.

CEINCI (Comité de Ética en Investigación de la Universidad Industrial de Santander): Órgano institucional encargado de evaluar y aprobar los aspectos éticos de los proyectos de investigación.

Course Navette: Prueba de campo progresiva de carrera ida y vuelta utilizada para estimar la resistencia cardiorrespiratoria y el VO_2 max.

ENSIN (Encuesta Nacional de Situación Nutricional): Estudio poblacional realizado en Colombia que evalúa el estado nutricional, los hábitos alimentarios y otros determinantes de salud de la población.

EUROFIT Battery: Batería estandarizada de pruebas físicas diseñada para evaluar componentes de la condición física en niños y adolescentes.

Fibras IIB: Tipo de fibras musculares de contracción rápida, especializadas en producir fuerza y potencia en esfuerzos breves e intensos.

IBM SPSS: Software estadístico utilizado para el procesamiento, análisis y presentación de datos cuantitativos.

ICBF (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar): Entidad del Estado colombiano encargada de la protección integral de la niñez, adolescencia y familia, responsable de la ejecución de la ENSIN.

IMC (Índice de Masa Corporal): Indicador antropométrico que relaciona el peso corporal en kilogramos con la talla en metros al cuadrado (kg/m^2), empleado para clasificar el estado nutricional según edad y sexo en población infantil y adolescente.

INESAM (Institución Educativa San Alberto Magno): Institución educativa donde se desarrolló el presente estudio.

ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry): Organización internacional que establece estándares para la medición antropométrica y la evaluación de la composición corporal.

ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible): Conjunto de metas globales establecidas por las Naciones Unidas orientadas al desarrollo social, económico y ambiental sostenible.

OMS (Organización Mundial de la Salud): Organismo internacional que establece lineamientos, recomendaciones y patrones de referencia en materia de salud pública.

Sit and Reach: Prueba utilizada para evaluar la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y la región lumbar.

Somatotipo: Sistema de clasificación de la constitución corporal que considera tres componentes: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

Velocidad: Capacidad de realizar acciones motoras en el menor tiempo posible.

VO₂max (Consumo máximo de oxígeno): Cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede utilizar durante el ejercicio intenso; indicador principal de la capacidad cardiorrespiratoria.

Resumen

Título: Composición Corporal, Capacidades Condicionales y Longitud Digital Índice y Anular en Escolares de San Alberto Cesar *

Autor: Jorge Delgado Delgado **

Palabras Clave: Composición corporal; Capacidades condicionales; Índice 2D:4D; Evaluación física escolar; Talento deportivo; Antropometría; Educación física

Descripción: Este estudio tuvo como objetivo caracterizar el perfil morfofuncional de estudiantes de la Institución Educativa San Alberto Magno, evaluando composición corporal, capacidades condicionales e índice de longitud digital (2D:4D), con el fin de orientar la planificación de la educación física y la detección de talento deportivo. Se aplicó un enfoque cuantitativo, diseño descriptivo-correlacional y de corte transversal, utilizando mediciones antropométricas (peso, talla, talla sentado, envergadura, IMC y perímetros corporales) y pruebas estandarizadas para evaluar salto horizontal sin impulso, test de Course Navette, test de velocidad de 40 m y aceleración a 20 m, test Sit and Reach y medición del 2D:4D. La muestra, integrada por estudiantes de 11 a 13 años, presentó en su mayoría parámetros antropométricos dentro de los rangos saludables según la Organización Mundial de la Salud., (2021), aunque se identificaron algunos casos de sobrepeso. En las capacidades condicionales, la resistencia aeróbica se ubicó entre niveles moderados y buenos; la fuerza explosiva mostró un grupo reducido con resultados sobresalientes; la velocidad y la aceleración fueron homogéneas, con ligera ventaja en varones; y la flexibilidad presentó valores moderados y alta variabilidad. El índice 2D:4D mostró valores promedio similares a la media poblacional y no presentó correlaciones significativas con las capacidades condicionales, aunque la literatura, incluido lo planteado por Ramos-Bermúdez et al., (2019)

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Educación Física y Deportes. Director: Alejandra María Franco Jiménez, PhD en Ciencias de la Motricidad

lo considera útil como herramienta complementaria en evaluaciones multidimensionales. Se concluye que los estudiantes poseen un estado físico aceptable, pero con oportunidades de mejora en resistencia y flexibilidad. Se recomienda implementar programas diferenciados, monitoreo antropométrico periódico, integración del 2D:4D en procesos de detección de talento y promoción de hábitos saludables mediante la participación activa de la comunidad educativa.

Abstract

Title: Composición Corporal, Capacidades Condicionales y Longitud Digital Índice y Anular en Escolares de San Alberto Cesar *

Author: Jorge Delgado Delgado **

Key Words: Body composition; Conditional capacities; 2D:4D ratio; School physical assessment; Sports talent; Anthropometry; Physical education.

This study aimed to characterize the morphofunctional profile of students from the San Alberto Magno Educational Institution by assessing body composition, physical fitness components (conditional capacities), and the digit ratio (2D:4D), in order to inform physical education planning and support sports talent identification. A quantitative, descriptive, cross-sectional design was applied, using anthropometric measurements (body mass, height, sitting height, arm span, BMI, and body circumferences) and standardized tests to assess the standing long jump, the 20 m Course Navette test, the 40 m sprint and 20 m acceleration, the Sit and Reach test, and 2D:4D measurement. The sample, composed of students aged 11 to 13, showed mostly anthropometric parameters within healthy ranges according to the Organización Mundial de la Salud., (2021), although some cases of overweight were identified. Regarding conditional capacities, aerobic endurance ranged from moderate to good levels; explosive strength showed a small group with outstanding results; speed and acceleration were relatively homogeneous, with a slight advantage in boys; and flexibility displayed moderate values with high variability. The 2D:4D ratio showed mean values similar to the general population and did not present significant correlations with conditional capacities; however, the literature, including Ramos-Bermúdez et al., (2019), considers it a

* Degree Work

** Faculty of Humanities. Department of Physical Education and Sports. Master's Program in Sports Talent Development. Director: Alejandra María Franco Jiménez, PhD in Motor Sciences

useful complementary tool in multidimensional assessments. It is concluded that the students have an acceptable physical condition, with opportunities for improvement in endurance and flexibility. It is recommended to implement differentiated programs, periodic anthropometric monitoring, integration of 2D:4D into talent identification processes, and the promotion of healthy habits through the active participation of the educational community.

Introducción

Las contribuciones al desarrollo físico y motriz durante el periodo escolar son esenciales para el progreso de dimensiones fundamentales del desarrollo, como la biológica y la motriz, y para la consolidación del autocuidado mediante la adopción de hábitos saludables y el fortalecimiento de la conciencia corporal. Este proceso se hace especialmente notable entre los 11 y 13 años, etapa en la que los escolares experimentan cambios morfológicos y funcionales que influyen en su crecimiento y en su desempeño.

En esta línea, el conocimiento del estado físico de los estudiantes y la necesidad de generar estímulos pertinentes para el desarrollo de sus habilidades motrices y capacidades físicas, se constituye como una estrategia adecuada para facilitar la participación en múltiples prácticas de movimiento. Dichos procesos, además de propiciar el desarrollo deportivo, favorecen la adopción de un estilo de vida activo y saludable, además, fomentan la percepción corporal y la autoestima e intervienen en el sedentarismo y la aparición de enfermedades no transmisibles asociadas a este (Weineck, 2005).

Para sostener las acciones y planes de estimulación física en este grupo de edad, es necesario contar con diagnósticos educativos que orienten de manera objetiva las unidades didácticas y la selección de contenidos específicos según el deporte o las prácticas a desarrollar. La información obtenida durante la evaluación de la composición corporal, la valoración de las capacidades condicionales (fuerza, resistencia, velocidad, aceleración y flexibilidad) y el índice de longitud digital (2D:4D), aplicada mediante metodologías estandarizadas, proporciona una visión integral del estado físico de la población escolar. A

partir de ello, es posible identificar fortalezas y debilidades del grupo, lo cual constituye un insumo clave para planificar y ajustar el programa educativo en función de sus necesidades.

El estudio de la composición corporal permite determinar el porcentaje de masa grasa, masa magra y del contenido de masa de otros componentes que integran la salud del participante. Siguiendo a Malina, (2007), las medidas antropométricas son la representación de las cifras que aportan información sobre el "estatus morfológico", la relación entre talla y peso e indicadores como el índice de masa corporal (IMC).

De igual forma, Cárdenas y Palchisaca, concluyen que la composición corporal en adolescentes se halla en relación con la aceptación de la imagen corporal y con la aptitud física, entre otros componentes implicados en los hábitos de vida saludable.

Las capacidades condicionales también brindan una visión propia del estado físico y constituyen un núcleo de referencia para conocer y detectar puntos fuertes y débiles de la motricidad. Su evaluación a través de pruebas que miden fuerza, resistencia, velocidad, aceleración y flexibilidad, permite no solo conocer en qué nivel llegan los escolares en cuanto a su condición física, sino que, además, se convierte en una herramienta útil para la mejora del desempeño motor (Cárdenaz & Palchisaca, 2023).

En el ámbito educativo, la evaluación de las capacidades condicionales cobra un valor pedagógico y formativo, porque no solo permite conocer el nivel de condición física del alumnado, sino que también orienta el trabajo en educación física y favorece la adquisición de hábitos de autocuidado. A partir de esta evaluación, se fortalece la conciencia corporal entendida como la capacidad de reconocer el propio estado físico, regularlo y adoptar conductas para mantener la salud y el bienestar, integrando así una comprensión más amplia del desarrollo físico en el contexto escolar

Para complementar la caracterización morfofuncional, se incorporó el índice de longitud digital (2D:4D), definido como la relación entre la longitud del segundo y el cuarto dedo. La literatura lo ha propuesto como un indicador retrospectivo e indirecto de la acción de andrógenos prenatales y ha descrito diferencias promedio por sexo, generalmente más marcadas en la mano derecha. Sin embargo, su capacidad predictiva es limitada a nivel individual y la evidencia sobre su validez como indicador antropométrico indirecto es

heterogénea; de hecho, estudios recientes reportan resultados nulos o plantean reservas sobre su aplicabilidad en determinados contextos. En consecuencia, en el presente estudio el 2D:4D se interpreta exclusivamente como una medida complementaria dentro de una evaluación multidimensional, sin asumir causalidad ni utilizarlo como criterio único para inferir exposición hormonal o talento deportivo.

En los entornos escolares, la evaluación de las capacidades condicionales tiene un sentido pedagógico y formativo importante; ya que evalúa, por una parte, el nivel de la condición física de los propios alumnos, pero también los ayuda a establecer hábitos referidos al autocuidado y construir la conciencia corporal, entendida esta, como la capacidad para saber reconocer cómo está el propio cuerpo, regularlo y mantener la salud y el bienestar (Weineck, 2005).

Es por eso, que el presente estudio pretende hacer énfasis en la relevancia del análisis articulado de las tres variables, no solo como herramientas de evaluación diagnóstica, sino también como insumos para la promoción de la actividad física y la prevención de riesgos en salud. La intención de este análisis es, por tanto, adentrarse un poco más en el conocimiento de los procesos del desarrollo físico del adolescente, al mismo tiempo que intenta proporcionar soporte a través de los datos fiables obtenidos con su análisis y la observación de los comportamientos realmente acontecidos, de manera que sirvan de base para la elaboración y puesta en práctica de estrategias educativas y de actividades deportivas centradas en el desarrollo de la salud, el bienestar y el desempeño de los escolares.

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) reconoce que la educación física promueve el reconocimiento del cuerpo, el cuidado de sí, la convivencia y la inclusión, En este contexto, la escuela se constituye en un escenario ideal para desarrollar procesos diagnósticos como los propuestos en esta investigación, orientando estrategias pedagógicas dirigidas tanto al fortalecimiento de la competencia motriz asociada a la condición física como al afianzamiento de hábitos saludables que trascienden el ámbito escolar (Ministerio de Educación Nacional, 2010).

Igualmente, las valoraciones planteadas resultan coherentes con los Objetivos de Desarrollo Sostenible sobre la promoción de la salud, el bienestar y una educación inclusiva

y de calidad; The Sustainable Development Goals Report;(2018.), puesto que conocer y contextualizar estas variables en el ámbito escolar, con estudiantes entre los 11 y 13 años, es de un gran interés formativo y social ya que permiten conducir intervenciones pedagógicas, deportivas e institucionales basadas en evidencias.

En esta línea, la investigación se orienta al estudio de la composición corporal, de las capacidades condicionales (resistencia, fuerza, aceleración, velocidad y flexibilidad) y del índice de longitud digital en escolares de sexto y séptimo grado de la Institución. Es así que, la investigación caracteriza la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice 2D:4D en escolares de sexto y séptimo grado de la Institución Educativa San Alberto Magno, con el fin de construir un perfil morfofuncional que oriente el trabajo pedagógico en educación física y contribuya a mejorar la calidad de vida del estudiantado en el contexto municipal

Planteamiento del Problema

El crecimiento físico durante la adolescencia es una etapa fundamental para desarrollar hábitos saludables, establecer estructuras morfológicas y funcionales, pero, además, para potenciar el desempeño físico en el futuro. En este contexto, la escuela y los primeros años de educación juegan un papel crucial, no solo en el aprendizaje cognitivo, sino también, en las áreas motora y psicoemocional. No obstante, en Colombia, especialmente en localidades rurales o intermedias como el municipio de San Alberto en el departamento de Cesar, se observan deficiencias en el diseño y la implementación de programas de actividad física que fortalezcan de manera organizada estas dimensiones en la población escolar.

Uno de los principales desafíos que enfrentan las comunidades educativas, incluida la institución educativa San Alberto Magno, es el aumento del sedentarismo y la actividad física insuficiente. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) advierte que la inactividad física es un factor de riesgo significativo y recomienda la actividad física regular para niños y adolescentes. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2015) (ENSIN 2015) encontró un bajo cumplimiento de las recomendaciones de actividad física entre niños y adolescentes, particularmente en el grupo de edad objetivo de este estudio: 10-13 años. Esta situación resalta aún más la necesidad de fortalecer las estrategias escolares para promover

la actividad física estructurada y reducir el sedentarismo. En la Institución Educativa San Alberto Magno (INESAM) no se identificó un cronograma institucional de evaluación del estado físico del estudiantado, ni lineamientos pedagógicos que orienten la valoración de aspectos clave como la composición corporal, la resistencia, la fuerza, la velocidad, la flexibilidad y otras capacidades relacionadas. La ausencia de este tipo de evaluación sistemática limita la formulación de intervenciones basadas en evidencia, dificulta el ajuste del currículo y de la enseñanza en educación física a las necesidades reales del grupo y reduce la posibilidad de realizar seguimiento comparativo de avances en el tiempo. En este sentido, la evaluación de la condición física se reconoce como un componente de los programas de educación física de calidad y, cuando se aplica con protocolos consistentes y en periodos definidos, los datos pueden utilizarse para mejorar la instrucción y orientar decisiones curriculares; (Centers for Disease Control and Prevention, 2024).

La composición corporal, entendida como la proporción entre la masa grasa, la masa muscular y otros componentes, representa un indicador importante de salud y de la condición física en la adolescencia. Su análisis permite identificar con mejor precisión casos de malnutrición, obesidad o descompensaciones físicas, permitiendo establecer intervenciones tempranas sobre las condiciones que puedan tener efectos negativos para la salud. Estudios han relacionado la composición corporal y la ejecución motriz en la adolescencia, por ejemplo, el trabajo de (Haapala et al., 2016), muestra cómo diferentes desequilibrios en esta variable afectan la eficiencia del movimiento y limitan la participación en actividades deportivas. En este sentido, contar con diagnósticos confiables en la edad escolar no solo es fundamental para orientar intervenciones oportunas en salud y educación física, sino también, para favorecer procesos formativos que promuevan estilos de vida activos y sostenibles desde etapas tempranas.

Por su parte, las capacidades condicionales (fuerza, resistencia, aceleración, velocidad y flexibilidad) se han convertido en indicadores significativos del nivel de condición física general, tal como lo demuestran los datos de su deterioro en el aumento de las conductas sedentarias, de la aparición de enfermedades no transmisibles y de la baja ejecución académica González et al., (2025), pero no son estas capacidades condicionales las que son evaluadas periódicamente en el entorno educativo rural y menos en el contexto

específico de la investigación, ya que la escasez de recursos, de formación del profesorado o de claros posicionamientos desde el nivel directivo también han limitado tales procesos evaluativos .

Una variable emergente que ha suscitado un mayor interés en la investigación científica es el índice de longitud digital (2D:4D), cuya relación con características biológicas y el desempeño en el ámbito físico-deportivo ha sido objeto de estudio en distintos contextos. Este índice se ha vinculado en la literatura con la exposición prenatal a hormonas sexuales y se ha analizado su asociación con determinadas capacidades motoras y el rendimiento en deportes de carácter anaeróbico o explosivo (Eklund et al. 2020). En el presente estudio, el 2D:4D se incorpora como una medida complementaria dentro de la caracterización morfofuncional, sin asumirlo como un predictor del talento o las habilidades deportivas.

Lo anterior, no se sugiere ser un reemplazo a otras pruebas físicas que los educadores ya aplican, pero puede igualmente, contribuir información complementaria de interés para los procesos escolares de detección inicial del talento o para el reconocimiento de los perfiles físicos en los niños y los adolescentes. En tal sentido, la inclusión del índice en el ámbito escolar no solo contribuiría al propio análisis de la condición física, sino que, además podría ser también un factor relevante para orientar estrategias pedagógicas, deportivas e institucionales que busquen promover una educación inclusiva, equitativa y de calidad.

Frente a esta problemática, resulta necesario producir evidencia científica local que permita caracterizar, de forma objetiva e integrada, las tres variables de interés (composición corporal, capacidades condicionales e índice de longitud digital) en adolescentes escolarizados de la INESAM, en el municipio de San Alberto. La escasez de estudios en este contexto limita el diseño de estrategias pedagógicas pertinentes y reduce la capacidad institucional para orientar programas de actividad física, deporte y promoción de la salud basados en evidencia.

Por tanto, el presente estudio surge como una respuesta a la carencia de diagnósticos físicos integrales en escolares rurales y propone una caracterización técnica de los estudiantes de 6º y 7º grado de la INESAM. Su objetivo es aportar datos concretos que sustenten intervenciones pedagógicas, estrategias de prevención del sedentarismo y mecanismos de

identificación temprana de talentos deportivos, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de esta población desde un enfoque educativo, científico y territorialmente pertinente.

De manera que, el vacío de información científica en contextos escolares rurales focalizados, como el de San Alberto en el departamento del Cesar, impide avanzar hacia diagnósticos físicos integrales que articulen variables clave como la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice 2D:4D. Esta limitación reduce el alcance de la educación física como espacio de formación integral y debilita la proyección de programas institucionales orientados a la salud, la actividad física y la identificación temprana de habilidades deportivas. Por ello, se hace necesario promover investigaciones que den soporte técnico y pedagógico al desarrollo de estrategias más eficaces y pertinentes en este tipo de escenarios educativos.

El propósito final del estudio en cuestión trasciende el nivel institucional para plantearse como una aportación al debate académico y profesional en torno a la promoción de la salud en la adolescencia, al acceso equitativo al desarrollo del cuerpo y a la construcción de propuestas educativas fundamentadas en el respeto a la diversidad corporal, la integralidad del sujeto y la justicia territorial.

Justificación

En el ámbito educativo colombiano, particularmente en municipios de contexto rural y semi-rural como San Alberto (Cesar), la educación física enfrenta el reto de responder a tendencias nacionales que afectan la salud y el desempeño motor de la población escolar. Según los resultados de la Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2015), (ENSIN 2015) realizada por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2015) La evidencia poblacional reporta un aumento del exceso de peso en edad escolar y un cumplimiento limitado de las recomendaciones de actividad física, junto con tiempos elevados de sedentarismo asociados al uso de pantallas, lo cual incrementa el riesgo de deterioro de la condición física y de problemas cardiometabólicos en etapas tempranas

Desde la perspectiva de la salud pública, esta investigación se alinea con las recomendaciones internacionales sobre actividad física y reducción del sedentarismo Organización Mundial de la Salud, (2021) y con la hoja de ruta nacional del Plan Decenal de

Salud Pública de Colombia 2022–2031 (Ruíz et al., n.d.). En coherencia con estos referentes, la información generada permitirá describir y realizar seguimiento del estado físico de los participantes a nivel individual y grupal, así como aportar insumos para ajustar la planeación pedagógica en educación física y orientar acciones institucionales o locales de promoción de la actividad física, en articulación con orientaciones regionales y nacionales (Organización Panamericana de la Salud, 2022).

Las capacidades condicionales, resistencia, fuerza, velocidad, aceleración y flexibilidad, son fundamentales para el desempeño físico y constituyen el indicador más claro del nivel de condición física general. Así, incluir la aceleración como una variable específica permite un análisis más detallado de la potencia inicial de desplazamiento, aspecto especialmente relevante en deportes y actividades que requieren explosividad. Sin embargo, las evaluaciones sistemáticas de estas capacidades en la población escolar siguen siendo bastante limitadas en contextos rurales, a pesar de que se ha demostrado su relación con el desempeño académico, la salud metabólica y la participación en actividades deportivas organizadas (González et al., 2025). Estudios recientes en deportes de equipo también han resaltado la utilidad de medir la aceleración; Delaney et al. (2018) muestran que las variables de aceleración son confiables, discriminatorias entre posiciones y útiles para cuantificar la carga externa y la preparación física.

Por otro lado, el índice de longitud digital (2D:4D), calculado como la proporción entre la longitud del dedo índice (2D) y la del dedo anular (4D), ha sido estudiado en la literatura como un marcador biológico indirecto asociado a la exposición prenatal a hormonas sexuales. (Trivers et al., 2006). Aunque su relación con el desempeño físico suele reportarse como moderada y no permite inferencias deterministas a nivel individual, investigaciones recientes han señalado asociaciones entre valores más bajos del índice 2D:4D (es decir, una razón 2D:4D menor) y un mejor desempeño en pruebas de fuerza explosiva, velocidad y coordinación, especialmente en varones.

En el contexto escolar colombiano, la incorporación de este indicador aún es incipiente, por lo que en esta investigación se integra como una medida complementaria dentro de una evaluación multidimensional, con el propósito de ampliar la caracterización morfofuncional del grupo y aportar insumos para un modelo de evaluación más integral.

La importancia de la presente investigación se articula sobre tres perspectivas que son interdependientes desde la práctica sanitaria y social, puesto que permite ya no sólo identificar los factores de riesgo del sedentarismo, de la obesidad y de sus limitaciones físicas, sino que, permite también prevenirlos, contribuyendo al cumplimiento del ODS n.º 3, relacionado con la salud y el bienestar (The Sustainable Development Goals Report 2018), desde la óptica pedagógica le proporciona al maestro de educación física herramientas de diagnóstico científicamente fundadas que le servirán para planificar sus clases y programas de enseñanza de acuerdo a las necesidades reales del alumnado, fomentando hábitos de vida saludables desde fases tempranas (Ministerio de Educación, 2010).

Por último, pero no menos importante, desde el enfoque del desarrollo deportivo, permite no sólo la detección de talentos desde fases tempranas de la enseñanza escolar, sino que también facilita aportar insumos para un programa de formación que sea respetuoso con las características morfológicas y funcionales de los escolares, contribuyendo así en el proceso de la formación, potenciando su ciclo de crecimiento y desempeño físico de manera integral.

De este modo, el presente estudio no solo persigue la descripción de la realidad existente en la población escolar de la Institución Educativa San Alberto Magno, sino que, además, se trata de edificar una línea base contextualizada que sirva de guía para la toma de decisiones en las esferas pedagógica, deportiva y de salud pública.

Además, es crucial llevar a cabo evaluaciones diagnósticas en este grupo de edad, ya que la actividad física y algunos indicadores relacionados con la composición corporal tienden a mostrar una estabilidad moderada desde la niñez y la adolescencia hacia la adultez, lo que convierte a estas etapas en momentos clave para intervenir oportunamente (Telama et al., 2005). De manera complementaria, también se ha evidenciado que los niveles de actividad física y el tiempo sedentario se asocian con el rendimiento académico en población infantil, lo que refuerza el valor educativo y sanitario de promover estilos de vida activos en el entorno escolar (Haapala et al., 2016). En conjunto, esto implica que las conductas sedentarias y las deficiencias en la condición física identificadas a tiempo pueden abordarse mediante intervenciones escolares bien diseñadas, contribuyendo a mejorar la salud y a reducir riesgos posteriores asociados a enfermedades crónicas no transmisibles.

En lugares como San Alberto, donde las condiciones socioeconómicas dificultan el acceso a recursos e infraestructura deportiva, la escuela se convierte en el principal espacio para la práctica regular de actividad física y la adquisición de hábitos saludables. Sin embargo, la inexistencia de estudios previos que documenten de manera sistemática el estado físico de los estudiantes en esta institución y en el municipio dificultan la implementación de estrategias pedagógicas, las cuales se verían ajustadas a la realidad sociocultural.

La información ausente se convierte en una limitante constante de la identificación de problemáticas en adolescentes, como el sobrepeso, una resistencia cardiorrespiratoria deficitaria o una fuerza muscular deficiente; al mismo tiempo que limita la detectabilidad de posibles talentos en la práctica deportiva y que podrían beneficiarse de programas de formación.

Por otro lado, la inclusión del índice de longitud digital añade un toque innovador y complementario al diagnóstico físico. Aunque no reemplaza las pruebas tradicionales, este indicador puede contribuir a identificar patrones morfofuncionales relacionados con el desempeño deportivo y la predisposición a ciertas disciplinas, especialmente cuando se analiza junto con las capacidades condicionales y la composición corporal. Su uso en contextos escolares colombianos no ha sido tan utilizado y podría abrir nuevos trayectos de investigación y fortalecer el campo de la evaluación motriz desde un enfoque interdisciplinario.

Es así que, la relevancia de este estudio no solo radica en la necesidad de abordar una situación que afecta directamente la salud de los adolescentes, sino también en la importancia de examinar a fondo su desempeño físico. Es crucial, ya que una disminución en este aspecto puede tener un impacto significativo en su bienestar general.

En consonancia con lo anterior, generar conocimiento científico contextualizado aporta a la promoción de la equidad en el acceso a oportunidades de desarrollo físico y deportivo y fortalece la toma de decisiones pedagógicas en el área. En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional dispone orientaciones para la Educación Física, la Recreación y el Deporte que enfatizan la planeación acorde con el contexto y el uso de

procesos de valoración y seguimiento para mejorar la enseñanza (Ministerio de Educación Nacional, 2010).

De manera complementaria, la evaluación del aprendizaje y la promoción se organizan desde cada institución mediante el Sistema Institucional de Evaluación de los Estudiantes, en el marco del Decreto 1290 de 2009. En ese sentido, esta investigación no asume la existencia de un modelo integral único, sino que propone un protocolo de evaluación diagnóstica y seguimiento del estado físico de los participantes, con criterios estandarizados y adaptables, que pueda servir como insumo para la planeación de la educación física y para el fortalecimiento de acciones de promoción de estilos de vida activos, especialmente en contextos rurales.

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las características de la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice de longitud digital (2D:4D) de los escolares de sexto y séptimo de la Institución Educativa San Alberto Magno del municipio de San Alberto, Cesar?

1.Objetivos

1.1. Objetivo General

Analizar las características de la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice de longitud digital de los escolares de sexto y séptimo de la Institución Educativa San Alberto Magno del municipio de San Alberto, Cesar, Colombia.

1.2. Objetivos Específicos

Describir variables demográficas (sexo, edad decimal, escolaridad, estrato socioeconómico) y prácticas físico deportivas.

Describir las variables morfológicas (talla de pie y sentado, masa corporal, perímetros (brazo relajado, cintura, cadera, muslo medio y pantorrilla), envergadura y el índice de longitud digital (índice y anular) empleando la antropometría.

Determinar la capacidad cardiorrespiratoria mediante el test de 20 m SR Course Navette, la fuerza explosiva con el test de salto sin impulso, aceleración de 20 m a la primera pisada, velocidad cíclica con 20 m lanzados más 20 m de impulso y la flexibilidad test Sit and-Reach.

Correlacionar variables de composición corporal, capacidades condicionales y el índice de longitud digital en función del sexo y edad.

2. Capítulo II. Estado del Arte

2.1. Desarrollo de Antecedentes

Este apartado presenta los antecedentes más relevantes, tanto teóricos como empíricos, que sustentan la investigación. Su propósito es delimitar el problema de estudio y sintetizar el estado del conocimiento sobre la relación entre las variables analizadas, de modo que la revisión de literatura permita identificar hallazgos clave, contrastar semejanzas y diferencias según la población y el contexto, y reconocer tendencias actuales en educación física, condición física escolar y desempeño motor. En conjunto, estos antecedentes consolidan el marco conceptual que orienta el estudio, evidencian vacíos en la literatura y justifican la pertinencia de la investigación, aportando criterios para interpretar y discutir los resultados obtenidos.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Durante las últimas décadas, la literatura internacional ha descrito un deterioro progresivo de componentes de la condición física en población escolar, en un contexto marcado por bajos niveles de actividad física y mayores conductas sedentarias, con efectos especialmente visibles en la resistencia cardiorrespiratoria y, en algunos casos, en capacidades como la flexibilidad o la potencia. Este fenómeno se ha relacionado con implicaciones relevantes para la salud pública, dado que una menor condición física en edades tempranas se asocia con mayor adiposidad y con un perfil menos favorable de factores de riesgo cardiometabólico, además de repercusiones sobre el desempeño en contextos escolares y deportivos (Eberhardt et al., 2020)

En este sentido es acertado el metaanálisis que llevan a cabo Gower et al., (2025), quienes, a partir de la revisión de 22 estudios que incluyeron a más de 1,7 millones de estudiantes desde 1969 a 2017, mostraron una disminución continuada de los niveles de fuerza, resistencia y agilidad en los niños y adolescentes de diferentes lugares del planeta, dicho fenómeno claramente acusado en los países de renta baja y media donde las intervenciones son escasas o inexistentes.

Por su parte, Galan-Lopez et al., (2019) en Estonia, bajo el marco del proyecto internacional Adoles Health, en sus estudios encontraron que la composición corporal definida por el porcentaje de grasa corporal, el índice de masa corporal (IMC) y el tipo

somático (endomorfo, ectomorfo o mesomorfo), incide de forma directa en el desempeño físico infantil y juvenil; tal que los adolescentes mesomorfos, definidos por menor porcentaje de grasa y mayor desarrollo muscular en la adolescencia, obtienen mejores resultados en pruebas de velocidad, resistencia cardiovascular y fuerza de prensión manual. De forma complementaria Tallroth et al., (2013) también evidencian que una composición corporal en la que una mayor masa muscular se relaciona con una menor adiposidad es habitualmente asociada a un mejor desempeño de resistencia, fuerza explosiva y agilidad de los jóvenes.

Se hace hincapié, en la importancia de evaluar la composición corporal en la escuela como un ingrediente fundamental de cara a diseñar propuestas educativas para la mejora de la salud física y el desempeño motor en los escolares.

Simultáneamente, la investigación que incorpora el índice de longitud digital (2D:4D) como variable de interés en el desempeño físico ha ganado atención a nivel internacional. Un metaanálisis con datos de hasta 11 países reportó una asociación positiva pero débil entre el 2D:4D y la fuerza de prensión manual, especialmente en varones, con un tamaño del efecto pequeño ($r \approx -0,15$). En consecuencia, se sugiere interpretar este indicador únicamente como un componente complementario dentro de evaluaciones multidimensionales en contextos escolares y deportivos, evitando atribuirle un valor predictivo por sí solo (Pasanen et al., 2022)

Complementando lo anterior, una revisión reciente publicada analizó la relación entre el índice de longitud digital y parámetros cardiorrespiratorios en escolares de doce países, concluyendo que una menor proporción digital se asocia con mejor desempeño físico general y mayor eficiencia anaeróbica, aunque no con el VO_2 max directamente (Gower et al., 2025). Este hallazgo refuerza la idea de que puede ser un marcador parcial para ciertas capacidades motrices específicas.

Dentro de los estudios aplicados al deporte, la investigación de Nobari con jugadores de fútbol juvenil no halló relaciones significativas entre el índice 2D:4D y las variables velocidad de desplazamiento, agilidad ni el consumo máximo de oxígeno. Por el contrario, el estudio resalta la importancia de considerar otros factores como el estado de madurez, la lateralidad funcional y la experiencia deportiva, lo que sugiere que el índice de longitud

digital debe interpretarse únicamente como una medida complementaria y siempre en conjunto con otras variables para lograr una valoración más precisa en adolescentes activos (Nobari et al., 2023).

De la misma forma, otros trabajos como el de Silva et al., (2022), han investigado la relación entre el índice de longitud digital y la potencia explosiva, concretamente en tareas relacionadas con el salto vertical. Los efectos encontrados fueron moderados, pero los autores concluyen que es una herramienta útil para usar como apoyo en los procesos de identificación de potencial deportivo en niños y niñas y adolescentes, en la medida que se emplean como complementos a pruebas antropométricas y funcionales tradicionales.

Otras investigaciones han examinado la relación entre el índice de longitud digital (2D:4D) y el desempeño físico en población escolar y atletas. Meta-análisis han indicado que el 2D:4D se asocia de forma débil pero significativa con distintos indicadores de rendimiento físico y atlético, sugiriendo un posible valor complementario dentro de evaluaciones multidimensionales del rendimiento físico general (Hönekopp & Schuster, 2010).

En el contexto español, Ramos-Bermúdez et al., (2019) contribuyeron a la ejecución de un estudio multicéntrico con deportistas en etapas de formación, mediante un análisis conjunto de la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice de longitud digital (2D:4D), identificando perfiles morfofuncionales vinculados a un mejor desempeño en pruebas físicas. Este enfoque holístico generó clasificaciones que pueden ser útiles para orientar programas educativos, deportivos y de salud pública, y resulta especialmente pertinente como referente metodológico para poblaciones escolares, dado que incluye participantes jóvenes con características etarias y funcionales comparables a la muestra del presente estudio. Además, estudios previos han demostrado asociaciones entre la proporción de longitud de los dedos (2D:4D) y diversos indicadores de actividad física. Por ejemplo, una proporción 2D:4D más baja se asoció con un mejor rendimiento en pruebas de potencia explosiva como el salto vertical, especialmente cuando este indicador se analizó junto con variables antropométricas y funcionales tradicionales Silva et al., (2022). De igual manera, un metaanálisis encontró asociaciones débiles pero significativas entre la proporción 2D:4D y diversos indicadores de habilidades motoras, lo que sugiere que la proporción 2D:4D solo

debería utilizarse como indicador complementario en una evaluación multidimensional (Hönekopp y Schuster, 2010).

Estos hallazgos resaltan la importancia de un enfoque integrado para identificar las fortalezas físicas y guiar el desarrollo físico temprano en niños en edad escolar.

La evidencia internacional sugiere que la relación entre la composición corporal y el desempeño físico en la adolescencia no depende solo de variables biológicas, sino también de factores del entorno y del estilo de vida. En una muestra nacional de niños y adolescentes en Alemania, se observó que la composición corporal se asocia de forma relevante con indicadores de condición física, y que variables contextuales como el mayor tiempo de pantalla y un nivel socioeconómico más bajo se relacionan con una adiposidad menos favorable, lo que refuerza la necesidad de interpretar los resultados físicos dentro del contexto social del escolar (Schilling et al., 2025). En Estados Unidos, usando datos poblacionales, se encontró que los adolescentes con peso normal presentan valores promedio más altos de VO_2 max estimado que aquellos con riesgo de sobrepeso o con sobrepeso, lo que apoya la relación entre un perfil corporal más saludable y una mejor eficiencia cardiorrespiratoria (Pate et al., 2006).

En un seguimiento longitudinal realizado en Australia, Telford et al. (2016) demostraron que los cambios positivos en la masa muscular y en la aptitud física durante la adolescencia temprana se asocian con mejoras en la fuerza, la resistencia funcional y la velocidad a lo largo del tiempo. Estos hallazgos respaldan la incorporación de programas continuos de acondicionamiento físico adaptados a las condiciones somáticas individuales en la edad escolar.

El medio geográfico y las características del entorno influyen en el desarrollo físico y, por tanto, en el desempeño motor de niños y adolescentes. Estudios internacionales han evidenciado que factores como la disponibilidad de infraestructura deportiva, la seguridad del entorno y los estilos de vida se asocian con los niveles de actividad física, la composición corporal y el rendimiento en pruebas de condición física. En este sentido, Sallis et al. (2016) reportaron que entornos con mayores oportunidades para la práctica de actividad física favorecen niveles más altos de movimiento, mejor perfil corporal y mejores indicadores de

aptitud física en población infantil y adolescente. Los autores concluyen que, en la planificación de intervenciones escolares, es necesario atender a las variables contextuales propias de la población estudiada.

En conjunto, estos estudios confirman la relevancia de variables como la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice de longitud digital como herramientas útiles para analizar el desarrollo físico de los adolescentes. La articulación de estos indicadores permite no solo diagnosticar con mayor precisión el estado actual de los escolares, sino también proyectar intervenciones contextualizadas a las necesidades de los escolares, inclusivas y fundamentadas en evidencia.

2.1.3. Aspectos Socio-democrático

El estudio de la condición física y del perfil morfo-condicional de los niños no puede obviar los factores sociodemográficos que, evidentemente, afectan el desarrollo motor y los hábitos de vida de los escolares. Tal es el caso del sexo, la edad, el nivel socioeconómico y la práctica de deporte, que determinan diferencias significativas en la composición corporal, las capacidades físicas reflejadas en la condición y la expresión de indicadores biométricos como el índice 2D:4D.

Así, la edad debe ser el primer aspecto a tener en cuenta, ya que entre los 11 y los 13 años se produce el periodo de maduración biológica que viene determinado por cambios morfológicos, hormonales y fisiológicos propios de la pubertad. Estos influyen sobre la distribución de la masa muscular y grasa, así como en la fuerza, la resistencia y la flexibilidad (Haapala et al., 2016; Weineck, 2005).

El sexo también marca diferencias: en general, los varones presentan un mayor desarrollo de la masa muscular, fuerza explosiva y velocidad, mientras que las mujeres presentan generalmente una mayor flexibilidad y resistencia básica (Manning & Hill, 2009). Variaciones que deben tenerse en cuenta a la hora de planificar programas de educación física y de interpretar los resultados de las pruebas diagnósticas.

El desarrollo físico de los estudiantes está directamente influenciado por las condiciones de vida y el nivel socioeconómico. En el escenario colombiano, diferentes revisiones han evidenciado que los alumnos de estratos bajos tienen dificultades para acceder

a una alimentación apropiada, así como a actividades extracurriculares y deportivas. La frecuencia de la actividad física que realizan, la composición corporal y, en general, el fortalecimiento de sus habilidades físicas se ven afectadas por estas deficiencias (Jiménez-Pavón et al., 2010).

Por el contrario, los entornos que ofrecen condiciones óptimas promueven un estilo de vida más dinámico y un mejor rendimiento deportivo; las investigaciones han demostrado que la práctica de actividad física regular está asociada con mejoras en la condición física general y aspectos del rendimiento académico en niños y preadolescentes (Chacón-Cuberos et al., 2020). informaron que los estudiantes que participan regularmente en deportes recreativos y organizados tienden a tener una composición corporal más saludable, un desarrollo físico equilibrado y una mejor capacidad cardiorrespiratoria.

Considerar estos factores sociodemográficos de forma integral puede ayudar a comprender las brechas en el estado físico y funcional de los estudiantes y a desarrollar estrategias educativas y de salud adaptadas al entorno escolar en San Alberto y César.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En Colombia, diferentes investigaciones han confirmado la estrecha relación entre variables de composición corporal y el desempeño físico en adolescentes. Por ejemplo, Palomino-Devia et al. (2017), en escolares colombianos, reportaron asociaciones significativas entre indicadores antropométricos y capacidades físicas como la fuerza, la resistencia y la potencia, además de diferencias relevantes por sexo, lo que refuerza la necesidad de intervenciones orientadas al fortalecimiento de las capacidades motrices.

En cuanto a la condición física y los hábitos de actividad, la Encuesta FUPRECOL mostró que los bajos niveles de actividad física y el elevado tiempo frente a pantallas se relacionan con una pobre condición física y mayores niveles de adiposidad en escolares de 9 a 17 años (Prieto-Benavides et al., 2015). De manera complementaria, Palomino-Devia et al. (2017), en población escolar colombiana, reportaron asociaciones significativas entre indicadores antropométricos y capacidades físicas como la fuerza, la resistencia y la potencia.

Varios estudios han demostrado que el monitoreo sistemático de la aptitud física y las variables antropométricas en las escuelas puede ser una guía útil para la toma de decisiones educativas y las actividades de promoción de la salud, especialmente porque estos indicadores cambian con la edad y a menudo varían según el género. Un estudio con niños colombianos en edad escolar reveló asociaciones y diferencias significativas entre la composición corporal y la capacidad para la actividad física, lo que respalda la necesidad de evaluaciones periódicas mediante protocolos estandarizados Palomino-Devia et al. (2017). Para este propósito, herramientas de evaluación de campo como ALPHA-Fitness han demostrado ser efectivas y están validadas para medir componentes clave (aptitud cardiorrespiratoria, fuerza muscular y composición corporal) en niños y adolescentes (Ruiz et al., 2011). Además) y el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2012) recomiendan que las intervenciones estructuradas dentro de las clases de educación física puedan mejorar la capacidad aeróbica y otros indicadores de aptitud física, enfatizando la importancia de los programas planificados y monitoreados en entornos escolares.

La evidencia sugiere que la condición física en la adolescencia temprana se comprende de manera más adecuada cuando se analiza de forma integrada con la composición corporal y con el contexto donde los estudiantes viven y se desarrollan. Un estudio realizado en adolescentes escolarizados de Floridablanca encontró asociaciones relevantes entre indicadores de composición corporal y la capacidad músculo-esquelética, lo que respalda la utilidad de combinar mediciones antropométricas con pruebas físicas para orientar acciones escolares basadas en diagnóstico (López et al., 2020).

De manera complementaria, estudios recientes sobre pequeñas y medianas empresas en América Latina evidencian que las características del entorno empresarial, el nivel de digitalización y las capacidades internas de gestión se encuentran estrechamente asociadas con la calidad de la toma de decisiones estratégicas y con el desempeño organizacional. En particular, se ha identificado que las pymes que incorporan herramientas analíticas, gestión del conocimiento y procesos estructurados de planeación presentan mayores niveles de competitividad y sostenibilidad (Martínez-Peláez et al., 2024; OCDE, 2023). Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar modelos de toma de decisiones y lineamientos

estratégicos ajustados al contexto específico de las pymes del sector confecciones en Colombia.

En conjunto, los antecedentes nacionales muestran una tendencia clara: el exceso de adiposidad, la baja condición física y los hábitos sedentarios afectan negativamente el desempeño motor y la salud de los escolares, mientras que la actividad física sistemática y los entornos favorables potencian sus capacidades. Todo ello refuerza la necesidad de implementar estrategias de evaluación integrales en contextos escolares, que articulen lo antropométrico, lo fisiológico y lo conductual, e incorporen, además, indicadores como el índice 2D:4D para enriquecer la comprensión del desarrollo físico infantil y juvenil.

2.2. Fundamentos Teóricos

El rango de desarrollo físico y motor que experimentan los participantes en edad escolar está determinado por una interacción compleja de factores biológicos, sociales y ambientales. Dentro de estos, variables como la edad y el sexo se articulan con determinantes sociales del contexto; en particular, el nivel educativo del hogar (escolaridad de padres/cuidadores) se ha asociado con diferencias en la composición corporal infantil, en la medida en que influye en la alfabetización en salud, los patrones de alimentación, las oportunidades de actividad física, el acceso a espacios seguros y los servicios de salud. En consecuencia, estas condiciones pueden reflejarse en variaciones de adiposidad y en el desarrollo de la condición física. De manera complementaria, el grado de práctica deportiva habitual contribuye al desarrollo de las capacidades condicionales y al desempeño físico general (Gautam et al., 2023; Shrewsbury & Wardle, 2008).

Entre los 11-13 años es la edad conocida como adolescencia temprana, es una etapa de transición donde aumentan los procesos de crecimiento y de maduración biológica. En esta, la fuerza, la resistencia y la coordinación se desarrollan notablemente por el contexto de los cambios hormonales y del incremento de la masa muscular y ósea (Haapala et al., 2016). El sexo determina también diferencias funcionales y estructurales: los hombres suelen tener mayor fuerza explosiva, masa muscular y velocidad, y las mujeres tienden a alcanzar mayor flexibilidad y resistencia básica. Las diferencias en estas habilidades se deben a los efectos de las hormonas sexuales, es decir la testosterona y el estrógeno, y a las diferencias de maduración biológica (Manning & Hill, 2009).

El nivel socioeconómico produce un efecto directo sobre el estado físico (también denominado fitness) y la composición corporal. Los estudiantes que pertenecen a estratos bajos o rurales suelen tener menor acceso a instalaciones deportivas, espacios amplios para el juego y la actividad física y menor disponibilidad de orientación profesional y, en algunos casos, una alimentación insuficiente o desequilibrada. Estos aspectos pueden limitar la presencia de actividad física regular y aumentar la prevalencia de la obesidad y el sedentarismo.

2.2.1. Composición Corporal y Características Morfológicas.

Una perspectiva de la composición corporal podría comprenderse como reflejo de hábitos saludables, entre ellos los relacionados a la actividad física y alimentación, también influyen el contexto socioeconómico y la herencia genética. La composición corporal se refiere a diversos elementos que componen el cuerpo humano y cómo estos se distribuyen; entre ellos la masa grasa, la masa magra (tejido muscular y órganos), los líquidos corporales y los minerales óseos. Su evaluación constituye un aspecto fundamental para diagnosticar el estado físico y de salud de una población, en este caso, la población escolar.

En el ámbito de la educación física y la salud escolar, la evaluación de la composición corporal se convierte en una de las herramientas más valiosas para determinar la presencia de riesgos de sobrepeso, obesidad, malnutrición y desequilibrios morfo funcionales, los cuales se relacionan con el desempeño físico, el bienestar y la prevención de enfermedades no transmisibles en población infantil y adolescente (Malina, 2007). En esta población, la literatura confirma, por ejemplo, que el aumento en el porcentaje de grasa corporal presenta una correlación negativa con la fuerza de prensión manual, la aptitud cardiorrespiratoria y la velocidad de desplazamiento, mientras que una mayor expansión de la masa magra mantiene una relación positiva con el desempeño motor (Haapala et al., 2016).

El presente estudio se centra en la medición de esta variable mediante indicadores antropométricos válidos, accesibles y de fácil aplicación en el entorno educativo, tales como el peso, la talla, la envergadura, el índice de masa corporal (IMC) y diversos perímetros corporales (brazo relajado, cintura, cadera, muslo medio y pantorrilla). Estos parámetros permiten describir con precisión la proporción y distribución de la masa corporal, facilitando

la identificación de patrones asociados tanto a un desarrollo físico saludable como a posibles riesgos para la salud y el rendimiento físico (Malina, 2007).

El índice de masa corporal (IMC) es un indicador antropométrico ampliamente utilizado para aproximar el estado nutricional a partir de la relación entre peso (kg) y talla (m^2); sin embargo, en población escolar su interpretación no se realiza con puntos de corte fijos de adultos, sino mediante IMC para la edad (IMC/E) y talla para la edad (T/E), ajustados por sexo y edad, empleando percentiles o puntuaciones Z. En este sentido, la World Health Organization. (2007), para 5–19 años permite clasificar el IMC/E en categorías como delgadez ($Z < -2$), normalidad ($-2 \leq Z \leq +1$), sobrepeso ($Z > +1$) y obesidad ($Z > +2$), lo que facilita comparaciones válidas entre escolares en distintas etapas del crecimiento. En Colombia, estos criterios se articulan con la Resolución 2465 de 2016 del Ministerio de Salud y Protección Social, que adopta los indicadores, patrones de referencia y puntos de corte para la clasificación antropométrica, indicando que en niñas, niños y adolescentes de 5 a 17 años deben emplearse de manera central IMC/E y T/E para el análisis nutricional individual y poblacional; por ello, la clasificación reportada en este estudio se presenta conforme a dichas directrices.

Desde una perspectiva antropométrica, la composición corporal se determina a través de indicadores como el IMC, los pliegues cutáneos, los perímetros corporales, la talla y el peso; en algunos casos, también mediante técnicas instrumentales como la bioimpedancia eléctrica o la absorciometría dual de rayos X (DEXA). Sin embargo, estas últimas presentan limitaciones de acceso y disponibilidad en el contexto escolar rural donde se desarrolla este estudio. En consecuencia, la aplicación de técnicas antropométricas simples, validadas y reproducibles ofrece un equilibrio óptimo entre precisión, accesibilidad y pertinencia pedagógica, garantizando resultados confiables y aplicables en entornos educativos.

La talla sentada proporciona información sobre la proporción entre el tronco y las extremidades, lo cual es relevante para analizar el crecimiento y estimar la maduración biológica. Diferencias significativas en este aspecto pueden reflejar variaciones en el desarrollo óseo o en la composición corporal en general (Ramos-Bermúdez et al., 2019).

La envergadura se entiende como la distancia entre las puntas de los dedos medios con los brazos extendidos en cruz, está relacionada con la longitud de las extremidades superiores y es un indicador clave en deportes que requieren alcance, coordinación y potencia en la parte superior del cuerpo. Además, su relación con la altura total puede sugerir ventajas biomecánicas en ciertos deportes, como la natación (Malina, 2007).

Los perímetros corporales evaluados (brazo relajado, cintura, cadera, muslo medio y pantorrilla) ofrecen una aproximación práctica a la distribución muscular y adiposa. El perímetro del brazo relajado refleja de manera indirecta el desarrollo muscular del miembro superior, mientras que el perímetro de la cintura es un marcador reconocido de adiposidad abdominal y riesgo cardio metabólico (WHO, 2011). El perímetro de cadera, por su parte, complementa el análisis de la distribución grasa y permite calcular la relación cintura-cadera, asociada a riesgos cardiovasculares y metabólicos. Finalmente, los perímetros de muslo medio y pantorrilla proporcionan información sobre el desarrollo del tren inferior, importante para el desempeño en actividades que requieren fuerza y potencia de piernas.

En conjunto, la medición de estos parámetros permite construir un perfil morfológico completo de los estudiantes, identificar desbalances en la distribución de la masa corporal y detectar posibles situaciones de riesgo que requieran intervención.

Además, al relacionarse posteriormente con las capacidades condicionales y el índice de longitud digital, estas variables adquieren un valor diagnóstico integral, contribuyendo tanto a la detección temprana de talentos como a la promoción de la salud y el bienestar en la población escolar. Estas mediciones son herramientas accesibles y replicables en contextos escolares con recursos limitados, lo que refuerza su pertinencia en entornos como el municipio de San Alberto.

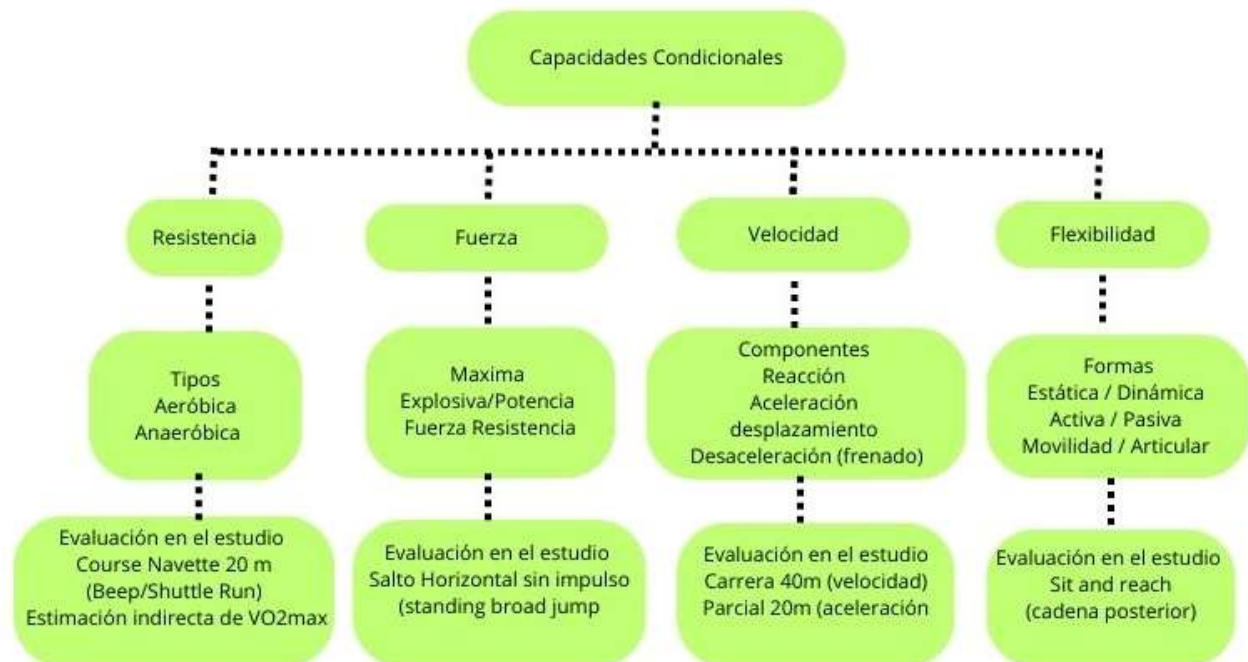
Varios estudios realizados en Colombia han resaltado la necesidad de evaluar la composición corporal en el ámbito escolar. Por ejemplo, Palomino-Devia et al. (2017) encontraron correlaciones significativas entre los índices de composición corporal y el rendimiento en pruebas de resistencia y fuerza en estudiantes colombianos de primaria, demostrando que una mayor masa muscular se asociaba con un mejor rendimiento en la

actividad física. Estos hallazgos están estrechamente relacionados con las variables analizadas en este estudio y se detallarán en la sección de Resultados.

De manera que, el análisis de la composición corporal no puede ser considerado únicamente como un indicativo de estética o de peso sano, sino que debe ser asumido como una variable constitutiva del perfil funcional, motor y metabólico de los escolares. Su medición sistemática en la escuela permite no solamente identificar las condiciones de riesgo, sino que también fomentar estrategias educativas que se alineen con los principios de equidad, integralidad y pertinencia territorial.

2.2.2. Capacidades Condicionales

Las capacidades condicionales, entre ellas la flexibilidad, la velocidad, la resistencia, la fuerza y, en ciertas perspectivas, la coordinación como enlace con las habilidades perceptivo-motrices, constituyen un componente esencial en la evaluación del desempeño físico. Estas están directamente relacionadas con los procesos energéticos y mecánicos que sustentan la ejecución eficiente del movimiento, tal como se ilustra en la Figura 1.

Figura 1*Capacidades condicionales*

Desde una perspectiva fisiológica, estas capacidades se encuentran estrechamente vinculadas con el funcionamiento integrado de los sistemas muscular, nervioso, cardiovascular y respiratorio. Su evaluación sistemática permite determinar el nivel de condición física, identificar posibles deficiencias como baja resistencia cardiorrespiratoria, debilidad muscular, limitaciones en la flexibilidad o insuficiente coordinación motriz y, en consecuencia, establecer estrategias de intervención y planificación del entrenamiento físico acordes con las características y el desarrollo biológico de cada estudiante.

En el ámbito de la condición física, se consideran como capacidades condicionales la flexibilidad, la velocidad, la resistencia y la fuerza; adicionalmente, en algunas perspectivas se incluye la coordinación por su vínculo con las habilidades perceptivo-motrices. Estos atributos se desarrollan de manera gradual a lo largo de la niñez y la adolescencia y están influidos tanto por factores biológicos (maduración, composición corporal y cambios

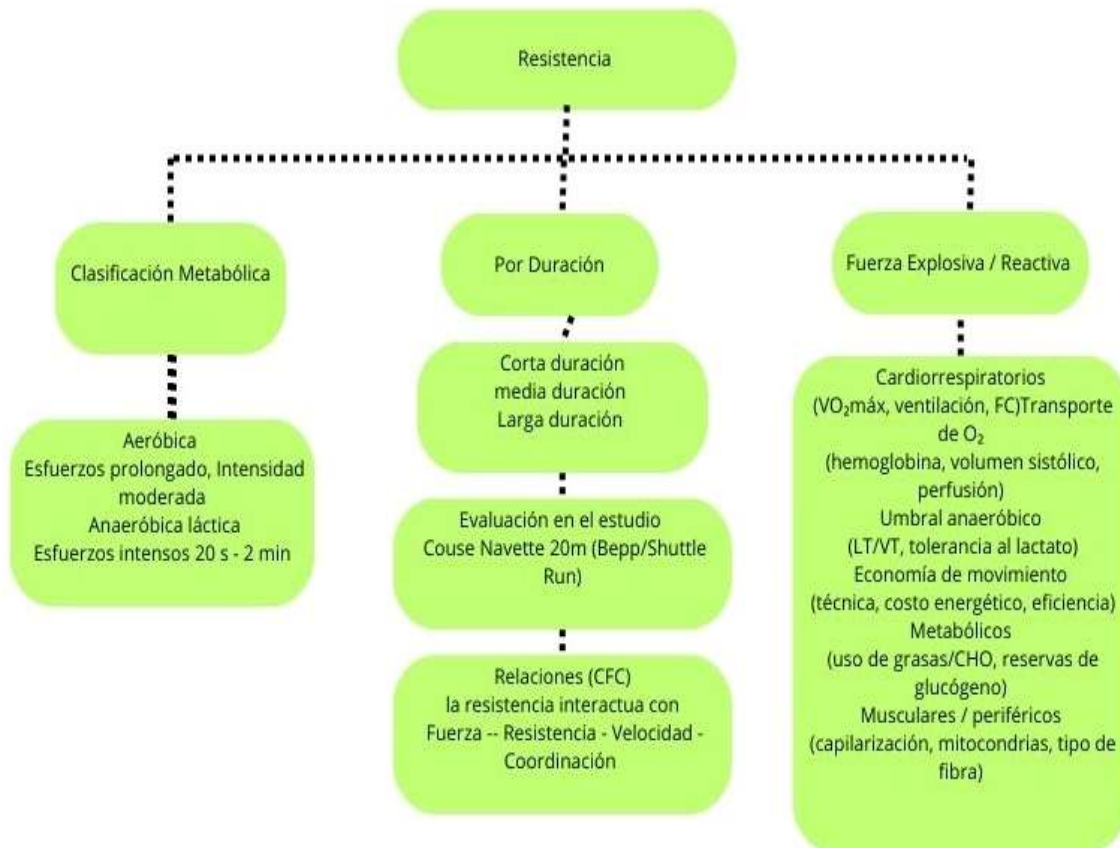
hormonales) como por factores del entorno (contexto escolar, práctica de ejercicio físico y hábitos de vida)

En el campo educativo, la valoración de las capacidades físicas es esencial, ya que permite reconocer las fortalezas y limitaciones individuales del estudiantado y orientar procesos de enseñanza-aprendizaje ajustados a sus necesidades. Además, esta valoración cumple una función estratégica en la detección temprana elemento, importante para un posible desarrollo del talento deportivo (más allá del escenario escolar), pues posibilita identificar estudiantes con aptitudes sobresalientes en fuerza, velocidad, resistencia o coordinación, características que, acompañadas de una adecuada planificación pedagógica, pueden potenciarse mediante programas de entrenamiento escolar en jornada extra. En este sentido, la educación física no solo cumple un papel formativo, sino también selectivo y de proyección deportiva, contribuyendo al fortalecimiento de una cultura de la actividad física y a la promoción de estilos de vida saludables desde la escuela.

2.2.2.1. Resistencia

La resistencia se define como la facultad del cuerpo para sostener un esfuerzo físico durante un período largo de tiempo, alargando la llegada de la fatiga y conservando al mismo tiempo la eficacia del movimiento. Esta facultad resulta de la actuación conjunta y coordinada de los sistemas cardiovascular, respiratorio y muscular. De acuerdo con Harre, D. (1987), la resistencia se presenta a través de las siguientes formas de manifestación:

La resistencia constituye una de las capacidades condicionales fundamentales, al reflejar la capacidad del organismo para mantener un esfuerzo físico durante un tiempo prolongado retrasando la aparición de la fatiga. Se manifiesta principalmente en dos formas: la resistencia aeróbica, en la que predomina el metabolismo oxidativo y se utiliza oxígeno para la producción de energía, y la resistencia anaeróbica, donde la energía se obtiene por vías metabólicas sin participación directa del oxígeno, en esfuerzos de alta intensidad y corta duración (Weineck, 2005). Como se muestra a continuación en la figura 2.

Figura 2*Resistencia: Clasificación de la Resistencia*

En este estudio se valoró la resistencia aeróbica mediante el test de Course Navette, por ser una prueba de campo ampliamente validada para población escolar. Esta evaluación permite conocer la eficiencia cardiorrespiratoria y el aprovechamiento del oxígeno durante el ejercicio, indicadores esenciales del estado de salud y del rendimiento físico general. Una adecuada resistencia aeróbica mejora la capacidad funcional, la recuperación tras el esfuerzo y la tolerancia a la actividad física, factores claves para un estilo de vida activo y saludable.

En la vida diaria del escolar, una buena resistencia se traduce en mayor vitalidad, menor sensación de fatiga y mejor concentración durante las clases. Además, favorece la

participación activa en el juego, la práctica deportiva y la movilidad cotidiana, contribuyendo a prevenir el sobrepeso y las enfermedades metabólicas asociadas al sedentarismo. Por el contrario, bajos niveles de resistencia aeróbica pueden generar cansancio prematuro, dificultades en la realización de actividades físicas básicas y menor disposición al movimiento, afectando tanto el bienestar físico como el rendimiento académico (González et al., 2025). En el ámbito de la educación física en el contexto escolar, la resistencia aeróbica cobra especial importancia, pues tiene que ver con la mejora de la salud cardiorrespiratoria, el control del peso corporal y la creación de hábitos de actividad física aprendidos y sostenibles en el tiempo. Evaluarla de forma sistemática hace que se pueda calibrar las cargas de trabajo y ajustar los programas para mejorar la capacidad funcional del alumnado. (Weineck, 2005).

La especificidad de la resistencia radica en que involucra la integración funcional de los sistemas cardiovascular, respiratorio y muscular para sostener esfuerzos continuos en el tiempo. A diferencia de otras capacidades condicionales, su desarrollo depende no solo de la fuerza o la coordinación motriz, sino también de la eficiencia metabólica y del transporte de oxígeno hacia los tejidos activos. En la etapa escolar, la resistencia se considera un pilar del rendimiento físico global, pues condiciona la capacidad de los estudiantes para mantener niveles adecuados de energía durante la jornada académica y las actividades cotidianas. Desde el punto de vista fisiológico, el trabajo sistemático de resistencia promueve adaptaciones como el aumento del volumen sistólico, la densidad capilar, la eficiencia ventilatoria y la utilización de sustratos energéticos, lo que repercute directamente en la salud cardiorrespiratoria y metabólica (Weineck, 2005).

Además, esta capacidad posee un marcado valor formativo en el ámbito escolar, ya que puede fomentar la perseverancia, la autorregulación del esfuerzo y la conciencia del propio cuerpo frente a la fatiga. Su entrenamiento gradual permite a los estudiantes comprender los límites y posibilidades de su condición física, potenciando el autocontrol y la resiliencia motriz. De ahí que la resistencia no solo sea un indicador de condición física, sino también una herramienta pedagógica que fortalece dimensiones cognitivas y emocionales relacionadas con el bienestar integral del alumnado.

2.2.2.2. Fuerza

La fuerza se puede entender como la habilidad del sistema neuromuscular para crear tensión frente a una resistencia, ya sea un objeto externo, el peso del propio cuerpo o la fuerza de la gravedad (Weineck, 2005). Esta cualidad es clave para el desempeño físico, ya que juega un papel en casi todas las acciones que se realizan tales como, correr, saltar, empujar, levantar, lanzar o frenar.

Como indica Weineck, (2005), la fuerza puede presentarse de varias formas según el tipo de contracción muscular, la duración del esfuerzo y el objetivo motor al que se dirige, esto se puede observar en la figura 3.

Figura 3

Fuerza: Tipos de Fuerza



La fuerza es una capacidad condicional esencial para el rendimiento físico, manifestándose en diversas formas según la naturaleza del esfuerzo y el tipo de actividad realizada. La fuerza máxima se define como la mayor tensión que un músculo o grupo muscular puede generar voluntariamente frente a una resistencia externa, constituyendo la base para el desarrollo de las demás manifestaciones de la fuerza y asociándose con la masa muscular y la eficiencia neuromuscular (Weineck, 2005). La fuerza explosiva o de potencia corresponde a la capacidad de aplicar la máxima fuerza en el menor tiempo posible, siendo determinante en acciones como saltos o sprints, y dependiendo de la coordinación

intramuscular y del predominio de fibras rápidas tipo II (Ortega, F. B., Ley, V., Labayen, I., Ruiz, J. R., & Sjöström, M. (2010).

La fuerza-resistencia es la capacidad de mantener un nivel de fuerza durante un período prolongado, resistiendo la fatiga muscular, aspecto relevante en esfuerzos repetidos o de larga duración Harre, D. (1987). Finalmente, la fuerza isométrica hace referencia a la producción de tensión muscular sin desplazamiento articular visible, como ocurre en la prensión manual o en la sujeción estática de cargas (Weineck, 2005).

De acuerdo con la literatura se ha concluido que la fuerza en edades temprana es beneficiosa y segura, siempre y cuando este supervisada por un profesional. Peña-Sánchez et al., (2022) indica que el entrenamiento de fuerza en la etapa de la pubertad mejora la capacidad muscular favorece el aprendizaje motor y ayuda a la prevención de lesiones, aspectos que son importante para el acondicionamiento físico y la salud. De la misma manera Pierce et al., (2022) relaciona que, a partir de la edad de 11 y 12 años, es una etapa adecuada para iniciar el desarrollo de trabajos de fuerza general, debido a que este tipo de estímulos contribuyen al desarrollo neuromotor y fortalecen las diferentes habilidades básicas y motrices. Por otra parte, León-Reyes et al., (2025), establecen que el trabajo muscular durante la etapa escolar tiene beneficios que contribuyen al rendimiento deportivo, ayudando a una mejor salud ósea, la composición corporal, la función metabólica y el bienestar social.

La evaluación de la fuerza debe ocupar un papel importante dentro de los programas de la educación física recreación y deporte como un medio para establecer perfiles funcionales que permitan identificar el desarrollo neuromuscular y la maduración biológica, de tal manera que se pueda utilizar como una herramienta esencial para implementar metodologías adecuadas de trabajo que contribuyan y promuevan el desarrollo integral de los escolares.’

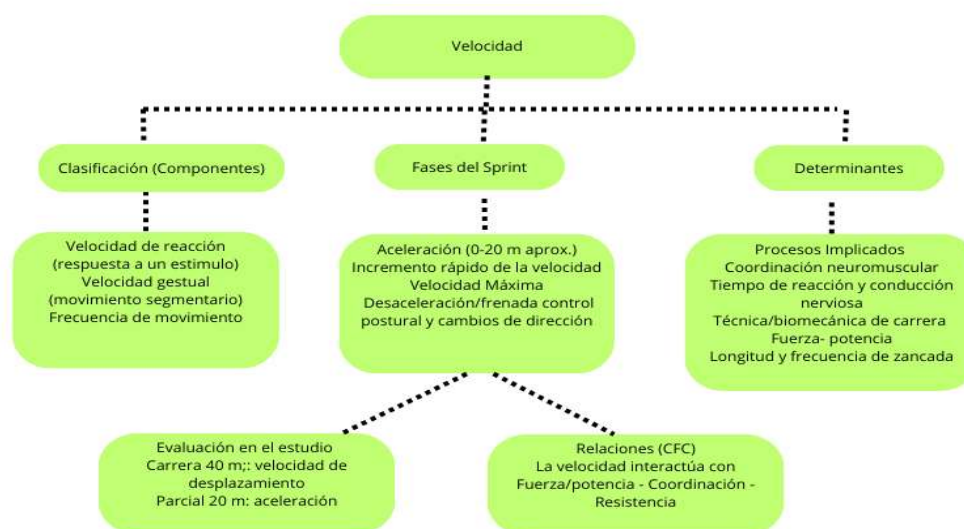
En el presente estudio, el análisis se centró en la fuerza explosiva, por ser una manifestación directamente vinculada con la potencia neuromuscular y el desempeño motor en la población escolar. Su evaluación permite estimar el nivel de desarrollo físico, identificar el potencial de proyección hacia el talento deportivo y establecer estrategias pedagógicas y de entrenamiento acordes con las características biológicas y motrices de los estudiantes.

2.2.2.3. Velocidad

La velocidad se puede entender como la habilidad de llevar a cabo uno o más movimientos en el menor tiempo posible. Esto implica una serie de procesos neuromusculares que se encargan de coordinar la activación de los músculos, la transmisión de impulsos nerviosos y la biomecánica del movimiento (García Manso, Juan Manuel, 2024). Es una de las capacidades condicionales más cruciales para el desempeño deportivo, pero también juega un papel importante en nuestra vida cotidiana, ya que permite reaccionar rápidamente a estímulos como se puede observar en la figura 4.

Figura 4

Velocidad: Clasificación de la Velocidad



En el ámbito escolar, la velocidad se analiza desde diferentes perspectivas tales como, velocidad de desplazamiento, que evalúa la capacidad de recorrer una distancia determinada en el menor tiempo posible. Así como la velocidad de reacción, que mide el tiempo que transcurre desde la presentación de un estímulo (visual, auditivo o táctil) hasta el inicio de la respuesta motriz. De la misma forma la velocidad gestual, relacionada con la ejecución rápida de movimientos aislados o secuencias técnicas.

El desarrollo durante la infancia y la adolescencia temprana es fundamental, ya que hay “ventanas de entrenamiento” en las que el sistema nervioso muestra una mayor

plasticidad. Esto ayuda a mejorar la coordinación tanto intermuscular como intramuscular, lo que puede llevar a logros significativos con la estimulación adecuada. En este estudio, la velocidad se mide a través de pruebas de carrera corta a máxima intensidad, lo que permite registrar tiempos y evaluar la eficiencia mecánica del movimiento.

Según Bompa & Buzzichelli, 2019; Weineck, (2005), la velocidad presenta las siguientes manifestaciones principales:

La velocidad se entiende como la capacidad de realizar uno o varios movimientos en el menor tiempo posible, resultado de la interacción entre factores neuromusculares, coordinativos y biomecánicos (Weineck, 2005). Esta capacidad se manifiesta principalmente en la velocidad de reacción, de desplazamiento, gestual o de movimiento y de frecuencia (Bompa & Buzzichelli, 2019).

En este estudio se centró la evaluación en la velocidad de desplazamiento, entendida como la capacidad de recorrer una distancia determinada en el menor tiempo posible. Su análisis resulta esencial en el contexto escolar, ya que refleja la eficiencia neuromuscular, la coordinación de zancada y la potencia de las extremidades inferiores, aspectos estrechamente vinculados con el rendimiento motor general.

La velocidad se evaluó mediante la prueba de sprint de 40 metros, en la que se registró el tiempo empleado por cada participante para recorrer una distancia corta en el menor tiempo posible. Esta prueba se aplicó bajo condiciones estandarizadas (mismo trayecto, señal de inicio, intentos y periodo de recuperación definidos) y se reportó el mejor tiempo obtenido. La medición permite describir el desempeño en velocidad de desplazamiento y comparar resultados entre participantes.

Evaluar esta manifestación de la velocidad resulta especialmente útil para identificar el potencial de los estudiantes hacia disciplinas deportivas que implican desplazamientos rápidos y explosivos, así como para orientar estrategias pedagógicas que promuevan la mejora de la coordinación y el control motor en edades de alta plasticidad neuromuscular (entre los 11 y 13 años).

El desarrollo de la velocidad en el aula requiere una buena maduración del sistema nervioso, además de un entrenamiento que respete las “ventanas sensibles” de la edad (entre los 7 y 13 años), que es la época en la que se produce una mayor plasticidad motriz. Por este motivo, la estimulación de la misma ha de basarse en juegos, desplazamientos cortos y ejercicios de reacción acordes a la edad y nivel de desarrollo del alumnado (Bompa & Buzzichelli, 2019; Weineck, 2005)

El desarrollo de las capacidades físicas durante la infancia y la adolescencia está influenciado por lo que llamamos “ventanas sensibles” o “fases sensibles del desarrollo”. Estos son momentos biológicos en los que el cuerpo es más receptivo a ciertos estímulos de entrenamiento. Estas etapas dependen de procesos como la maduración neuromuscular, endocrina y estructural, que afectan cómo el cuerpo se adapta al esfuerzo físico (Bompa & Buzzichelli, 2019; Weineck, 2005). Durante estas fases, la plasticidad del sistema nervioso y la capacidad de aprender nuevos movimientos están en su punto más alto, lo que ayuda a establecer patrones de movimiento y a mejorar de manera específica las habilidades condicionales y coordinativas.

Para los niños en edad escolar, entre 7 y 13 años, se considera que el sistema nervioso central alcanza un nivel de maduración que facilita la adquisición de habilidades motrices más complejas y mejora la coordinación entre los músculos. Esta etapa es ideal para trabajar en la velocidad de reacción y la coordinación, ya que la velocidad de conducción de los nervios y la sincronización de los impulsos motores están en su mejor momento (Review et al., 2007). Al mismo tiempo, la fuerza y la resistencia comienzan a desarrollarse de manera más efectiva, siempre que las cargas se ajusten al nivel de maduración biológica del niño y se priorice la técnica correcta sobre la intensidad; Harre, D. (1987).

Entender estas “ventanas sensibles” es clave para planificar la enseñanza en el ámbito escolar. Esto ayuda a elegir los contenidos y las cargas más adecuadas según la edad y la etapa de desarrollo de los estudiantes. Si se estimula una habilidad demasiado pronto o demasiado tarde, puede limitar su evolución futura o causar desajustes funcionales. Por otro lado, trabajar en sintonía con estas fases sensibles garantiza un progreso equilibrado y sostenible. Por lo tanto, los programas de educación física deben aprovechar estos momentos específicos para maximizar el desarrollo de las capacidades físicas, fomentando un

aprendizaje motor efectivo, previniendo lesiones y ayudando a establecer hábitos de actividad física que perduren en el tiempo (Weineck, 2005).

2.2.2.4. Aceleración

La aceleración se define como la variación de la velocidad en función del tiempo, es decir, la capacidad de incrementar la velocidad de desplazamiento en un intervalo determinado ($a = \Delta v / \Delta t$). En el ámbito deportivo suele analizarse en fases iniciales de carrera (por ejemplo, desde la salida o a velocidades bajas), donde intervienen de forma integrada la producción de fuerza y potencia, la técnica de salida y la coordinación neuromuscular. De manera complementaria, la desaceleración (aceleración negativa) corresponde a la reducción de la velocidad y está asociada a demandas elevadas de frenado y control postural; por ello, su evaluación es relevante, dado que estas acciones pueden implicar mayores cargas mecánicas y se han vinculado con riesgo de lesión en deportes con cambios rápidos de velocidad y dirección (Weineck, 2005).

En el ámbito escolar, la aceleración es especialmente importante en actividades deportivas y recreativas que requieren arranques explosivos, cambios de ritmo o desplazamientos cortos de alta intensidad, como en juegos de persecución, deportes en equipo y competiciones atléticas. Desde una perspectiva fisiológica, la aceleración depende de la capacidad de generar fuerza en un tiempo muy corto, lo que implica el reclutamiento rápido de fibras musculares de contracción rápida (tipo IIb).

La evaluación de la aceleración permite analizar la eficacia en la fase inicial del desplazamiento, un componente clave en situaciones que requieren una respuesta rápida. Además, su medición aporta información útil para caracterizar el rendimiento en acciones de arranque y cambio de ritmo, y para orientar el diseño de estrategias de entrenamiento enfocadas en mejorar la potencia de salida y la capacidad de respuesta motriz en los participantes.

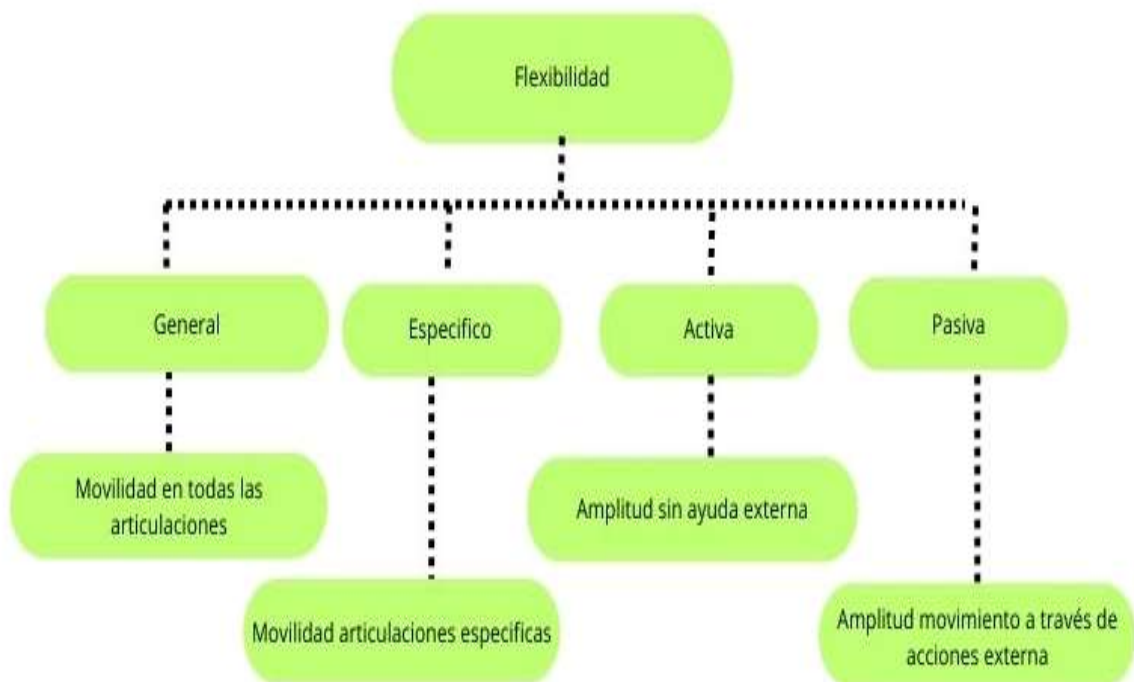
2.2.2.5. Flexibilidad

La flexibilidad expresa la capacidad de movilizar las articulaciones de forma que sea máxima, sin comprometer el estado de salud (Swiderska et al., 2008). Dicha capacidad está determinada por diferentes factores, entre los cuales podemos destacar la elasticidad de los

músculos, la movilidad articular, la longitud de los tendones o la capacidad de estiramiento de los tejidos blandos. Desde una perspectiva funcional, la flexibilidad condiciona la eficiencia mecánica del cuerpo, ya que permite realizar los movimientos a menor coste energético y una correcta coordinación intermuscular. Estas están directamente relacionadas con los procesos energéticos y mecánicos que sustentan la ejecución eficiente y la flexibilidad, tal como se ilustra en la Figura 5.

Figura 5

Flexibilidad: Tipos de Flexibilidad



En la esfera escolar, la flexibilidad, desarrollada y mantenida correctamente, es fundamental para prevenir lesiones, mejorar la postura y facilitar la ejecución técnica de las habilidades motoras. También contribuye a adquirir patrones de movimientos más eficientes, los cuales redundan en el rendimiento físico, en el bienestar postural y ergonómico. Una carencia en esta capacidad puede comportar rigidez, acortamientos musculares o limitaciones articulares que afectan negativamente a la funcionalidad diaria, y dificulta situaciones básicas

como, por ejemplo, agacharse, girarse o mantener una postura adecuada en la posición de sentado durante períodos prolongados (Weineck, 2005).

Diferentes investigaciones han demostrado que las mujeres presentan mejores resultados en los test de flexibilidad frente a los hombres, dado que se asocia a una serie de aspectos hormonales, estructurales, de tejido conectivo, etc., siendo la mayor tasa de estrógenos, menor rigidez de la musculatura, diferente disposición de las fibras del colágeno la que propicia una mejor elasticidad articular y muscular, entre otros (Haapala et al., 2016). Sin embargo, esta ventaja a nivel fisiológico hace necesario, además de la educación postural y ejercicios del control del cuerpo, evitar las hipermovilidades o desequilibrios articulares.

Desde el aspecto pedagógico, la flexibilidad fomenta el desarrollo de la conciencia corporal, la coordinación y el control de la motricidad. Su entrenamiento no solo conduce a un mejor rendimiento deportivo, sino que también conlleva una mejora de la calidad de vida al disminuir las tensiones musculares y prevenir dolencias debidas a posturas inadecuadas. En los procesos de detección y desarrollo de talentos deportivos, la flexibilidad ocupa un lugar como indicador complementario del potencial motor, especialmente en aquellos deportes que requieren amplitud articular, precisión técnica y control postural como son la gimnasia, la natación o las artes marciales (Bompa & Buzzichelli, 2019).

2.2.3. Índice de Longitud Digital

Dado que el índice 2D:4D es un rasgo sexualmente dimórfico y se ha vinculado con la señalización de esteroides sexuales durante etapas prenatales, se ha planteado su utilidad como indicador complementario en evaluaciones multidimensionales del desarrollo físico; además, en población infantil se ha explorado su asociación con componentes de habilidades motoras finas y gruesas, por lo que su interpretación debe hacerse con cautela y sin asumir un efecto determinista sobre el rendimiento (Lutchmaya et al., 2004)

Ranson et al., (2015) en un trabajo orientado a la actividad física y al deporte también encontraron diferencias en la medición del índice 2D:4D relacionado con las pruebas de fuerza, resistencia y velocidad, pero sólo en sujetos varones, comprobando que los sujetos con menor índice de longitud digital obtienen mejores puntuaciones en las pruebas mencionadas; en las jóvenes mujeres no existe correlación significativa, lo que puede

comportar una diferente expresión según el género. En la misma línea Silva et al., (2022) también comprobaron correlaciones moderadas entre el 2D:4D y el desempeño en el salto vertical, lo que da soporte a la posible utilidad de este índice de longitud digital como un método para detectar de forma temprana los talentos deportivos.

El posible mecanismo fisiológico que vincula el índice 2D:4D con el desempeño físico se ha explicado a partir de la acción organizadora de los andrógenos prenatales sobre el desarrollo de estructuras del sistema nervioso y del sistema musculoesquelético. De acuerdo con el modelo propuesto por Trivers et al., (2006), una mayor exposición fetal a testosterona podría favorecer rasgos corporales y funcionales asociados con un desempeño físico más explosivo, en comparación con perfiles vinculados a menor exposición prenatal

No obstante, estas relaciones pueden cambiar dependiendo del sexo, la edad de los sujetos, la práctica de un deporte en particular, o del contexto del medio ambiental en el que se encuentran inmersos. A pesar de que el índice 2D:4D no debe ser un criterio decisivo ni reemplazar otras pruebas funcionales o antropométricas, puede ser un recurso exploratorio importante si se interpreta junto con la composición corporal y las capacidades condicionales en la evaluación escolar.

La relación entre las capacidades condicionales, la composición corporal y el índice de longitud digital no solo permite comprender el desarrollo físico de los escolares, sino también identificar potencialidades que pueden orientarse hacia el talento deportivo. La escuela, como primer espacio de socialización motriz, se convierte en un escenario clave para la detección temprana de dichas aptitudes, especialmente si las evaluaciones se realizan con criterios científicos, sistemáticos y contextualizados. En este sentido, la medición del rendimiento físico, las proporciones corporales y los indicadores morfofuncionales no deben entenderse únicamente como diagnósticos del estado de salud, sino como puntos de partida para descubrir y potenciar las habilidades individuales que cada estudiante posee.

La detección de talento deportivo en el ámbito escolar adquiere un valor pedagógico y social significativo. Desde lo pedagógico, permite diseñar experiencias de aprendizaje diferenciadas, donde cada estudiante pueda desarrollarse según sus posibilidades reales, evitando tanto la sobre exigencia como la exclusión. Desde lo social, favorece la equidad en

el acceso a oportunidades deportivas, especialmente en contextos rurales o con menor infraestructura, donde los recursos humanos docentes, entrenadores y comunidad educativa pueden cumplir un rol determinante en la promoción del desarrollo motor y la salud física.

Así, la integración de herramientas como la antropometría, las pruebas de condición física y el análisis del índice 2D:4D aporta una mirada integral del cuerpo y del rendimiento en la infancia, fortaleciendo la misión educativa de la escuela como formadora de ciudadanos activos, saludables y con potencial de proyección deportiva. En consecuencia, este marco teórico sustenta la necesidad de aplicar metodologías diagnósticas contextualizadas que permitan no solo describir la realidad física de los estudiantes, sino también abrir caminos para el reconocimiento y acompañamiento del talento deportivo desde una perspectiva educativa e inclusiva.

Capítulo III. Metodología

3.1. Tipo de Estudio

Este estudio se sitúa dentro del enfoque cuantitativo, se basa en la recolección de datos objetivos, medibles y que pueden ser analizados a través de métodos estadísticos (Hernández Sampieri et al., 2014). Específicamente, se trata de una investigación descriptiva – correlacional y de corte transversal. La información recopilada en un solo momento, permitió caracterizar las variables de estudio y establecer relaciones entre ellas sin alterar las condiciones ni intervenir en los fenómenos observados.

El estudio tiene como objetivo analizar las características de la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice de longitud digital de los escolares de sexto y séptimo de la Institución Educativa San Alberto Magno del municipio de San Alberto, Cesar, Colombia. Esta aproximación busca ofrecer una visión integral del estado físico y funcional de los alumnos de educación básica de la Institución Educativa San Alberto Magno, ubicada en el municipio de San Alberto (Cesar, Colombia), información valiosa para la planificación de estrategias educativas ajustadas a las condiciones del contexto y quizás la identificación de algún talento deportivo.

3.2. Población y Muestra

Los participantes que conformaron la población de estudio fueron estudiantes de la Institución Educativa San Alberto Magno (INESAM), ubicada en San Alberto, Cesar (Colombia). La investigación se centró en estudiantes matriculados en los grados sexto y séptimo de educación básica secundaria. El universo o población accesible estuvo conformado por 310 estudiantes ($N = 310$) matriculados en dichos grados. La recolección de datos se realizó durante un periodo de dos meses, tras lo cual se obtuvo una muestra final de 172 estudiantes ($n = 172$) que cumplieron los criterios de inclusión y contaron con consentimiento/asentimiento para participar, en su mayoría provenientes de familias rurales.

Tabla 1. *Caracterización de la población y muestra*

Etapa	Descripción	Número de estudiantes
Universo	Estudiantes matriculados en grados sexto y séptimo	310
Criterios de inclusión	de Matrícula activa, consentimiento informado y asentimiento	—
Criterios de exclusión	de No consentimiento / ausencias / imposibilidad de evaluación	—
Muestra final	Estudiantes evaluados	172

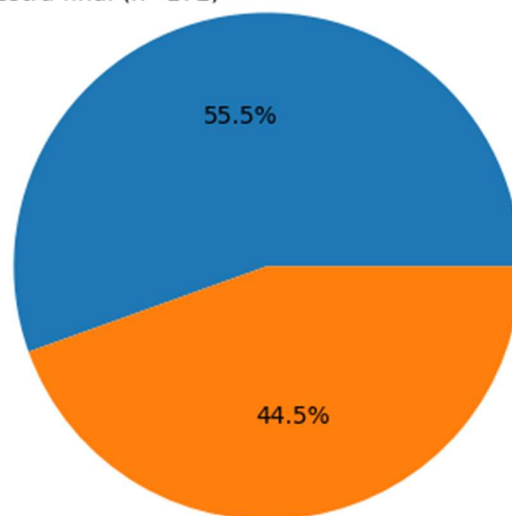
Nota: Elaboración propia

Figura 6

Distribución de la muestra

Distribución de la muestra respecto al universo (N=310)

Muestra final (n=172)



No incluidos (n=138)

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los participantes según criterios de acceso y disponibilidad para realizar las pruebas, así como la obtención del consentimiento informado de los padres o acudientes y el asentimiento voluntario de los estudiantes. Este tipo de muestreo permitió incluir únicamente a quienes cumplieran las condiciones necesarias para efectuar las mediciones antropométricas y las pruebas físicas programadas.

Este tipo de muestreo y la no aleatoriedad de la selección de los participantes impide una generalización de los resultados para diferentes poblaciones. Con ello se perseguía aportar un diagnóstico local relevante para el diseño de estrategias de intervención docente y de la identificación del talento deportivo en situaciones similares.

Para determinar el tamaño de la muestra de participantes se empleó la fórmula de cálculo para poblaciones finitas, la cual permite establecer cuántos participantes deben ser incluidos en el estudio para garantizar una representación adecuada de la población total. Esta fórmula considera el nivel de confianza, el margen de error y la proporción esperada de la característica de interés, asegurando que los resultados obtenidos sean estadísticamente válidos y confiables dentro del contexto educativo analizado.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Tamaño de la población
- Z = Valor de Z para el nivel de confianza deseado 95%
- p = Probabilidad de ocurrencia del fenómeno (0.5 si no se conoce)
- $q=1-p$ $q=1-p$
- e = Margen de error (generalmente 5%)

3.2.1. Criterios de Inclusión

Estar matriculado en los grados sexto o séptimo en la institución educativa (SIMAT), en el rango de edades de 11 a 13 años.

3.2.2. Criterios de Exclusión

Estudiantes que presenten alguna limitación física o incapacidad médica que les impida cumplir el protocolo de las evaluaciones.

3.3. Métodos Empleados en la Investigación

La investigación se realizó bajo un enfoque cuantitativo de naturaleza descriptivo-correlacional y transversal, permitiendo la caracterización del estado físico y condicional de los estudiantes en un único momento, sin previa modificación en las variables objeto de estudio Hernández Sampieri et al., (2014); este tipo de diseño asegura la objetividad de los datos obtenidos en la recogida de información y la fiabilidad en el análisis de los datos, siempre mediante la utilización de técnicas estandarizadas y de protocolos reconocidos a nivel internacional.

En cuanto al procedimiento, los estudiantes fueron convocados a participar mediante un proceso de consentimiento informado por parte de sus padres o cuidadores y el asentimiento voluntario de cada participante. Durante la convocatoria se explicaron los objetivos del estudio, los beneficios y los posibles riesgos, garantizando la participación libre y la posibilidad de retirarse en cualquier momento sin repercusiones. Los formatos de consentimiento (**apéndice A**) y asentimiento (**apéndice B**) fueron diligenciados y archivados como soporte documental del estudio. La recolección de la información se organizó en dos sesiones: en la primera se aplicó el cuestionario sociodemográfico y se verificó la documentación de consentimiento/asentimiento; en la segunda se realizaron las mediciones antropométricas y la medición del índice de longitud digital (2D:4D), siguiendo el protocolo establecido

Las evaluaciones se desarrollaron en dos sesiones, estableciendo los periodos de descanso necesarios para presentar la menor fatiga posible y lograr la validez de los test. El orden de aplicación de las pruebas fue previamente establecido, comenzando con el cuestionario sociodemográfico que recogió información sobre la edad, el sexo, el grado, el

estrato socioeconómico, el deporte practicado y la frecuencia de práctica física. Posteriormente, se realizaron las mediciones antropométricas de acuerdo con las consideraciones de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK, nivel 1), siguiendo los lineamientos técnicos descritos por (J. Hans de Ridder, 2001). Estas incluyeron el peso, la talla, la talla sentada, la envergadura y los perímetros corporales. Finalmente, se consideró el índice de longitud digital 2D:4D, realizando las mediciones con instrumental digital calibrado sobre los dedos índice y anular.

En la segunda sesión se procedió a la aplicación de pruebas de campo que valoraran las capacidades físicas condicionales empleando los diferentes test de la Eurofit Test Battery, flexibilidad a través de Sit and Reach, fuerza explosiva mediante el salto horizontal, aceleración y velocidad en carreras cortas y resistencia cardiorrespiratoria con el Course Navette de 20 metros. Las pruebas se llevaron a cabo bajo condiciones que garantizaban la seguridad, la supervisión y la realización de registros individuales al estandarizado.

Los datos fueron recogidos y sistematizados en una base digital, para luego ser verificados por duplicación y analizados con estadística descriptiva (media, desviación estándar, frecuencias) y pruebas inferenciales según el tipo de variable y su distribución. Todo el proceso que se llevó a cabo buscaba garantizar la precisión, la validez como adecuación y la utilidad de los resultados para la caracterización de la población escolar.

3.4. Estrategia de Búsqueda de los Artículos Relacionados con la Investigación

Para fundamentar teóricamente la investigación, se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la literatura académica, cuyo objetivo fue encontrar estudios previos sobre la relación entre composición corporal/resto de capacidades físicas, perfil somatotípico, índice y desempeño deportivo en población escolar y juvenil; estrategia de búsqueda de la cual se ha considerado la estrategia metodológica de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) y adaptada al contexto de una revisión exploratoria. La búsqueda ha realizado a través de tres fases:

Definición de criterios de búsqueda: se definieron palabras clave en español e inglés como "composición corporal", "capacidades físicas", "somatotipo", "desempeño físico",

"escolares", "preadolescentes", "antropometría", "2D:4D", "longitud digital", entre otros, incluyendo operadores booleanos (AND, OR) y entrecomillado para las frases exactas.

- **Selección de estudios:** se establecieron criterios de inclusión (artículos científicos publicados entre 2016 y 2024, en inglés o español, con acceso al texto completo, revisados por pares) y de exclusión (documentos duplicados, resúmenes sin artículo completo, estudios en adultos mayores o con muestras clínicas no comparables).
- **Extracción y análisis:** los artículos seleccionados fueron organizados mediante matrices de análisis documental, registrando autores, año, país, tipo de muestra, variables estudiadas, instrumentos empleados y principales hallazgos. La información extraída fue contrastada y triangulada con las variables abordadas en el presente estudio, asegurando coherencia teórica y metodológica.

Esta estrategia permitió fundamentar conceptualmente cada una de las variables evaluadas, identificar vacíos existentes en la literatura nacional y construir un marco teórico sólido que oriente tanto la interpretación de resultados como la proyección de futuras líneas de investigación en el ámbito del deporte escolar.

3.5. Técnicas e Instrumentos

Fueron utilizadas técnicas e instrumentos de evaluación estandarizadas y universalmente admitidas como válidas y fiables, que permitieron la obtención de la validez y la fiabilidad de la información. Estas técnicas eran de observación directa, la aplicación de un cuestionario estructurado y la realización de test para las capacidades condicionales.

Las mediciones de composición corporal fueron antropométricas, respecto a peso, talla, talla sentada, envergadura y perímetros corporales y se realizaron bajo las especificaciones de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK, nivel 1), a partir de los estándares dictaminados por (J. Hans de Ridder, 2001).

Las pruebas de capacidades condicionales se aplicaron mediante protocolos de campo estandarizados y ampliamente usados en población escolar. La fuerza explosiva del tren inferior se evaluó con el salto horizontal desde posición estática (standing broad jump), siguiendo las directrices operativas descritas en la batería (EUROFIT, 1987). La resistencia cardiorrespiratoria se estimó mediante el test de Course Navette de 20 m, siguiendo el

protocolo multietapa propuesto por Léger et al., (1988) y colaboradores. La flexibilidad se valoró con el test Sit and Reach, conforme al procedimiento clásico descrito por Wells y Dillon. Finalmente, la velocidad y la aceleración se midieron con carreras máximas cronometradas (con tiempos parciales cuando aplica), una estrategia recomendada en evaluaciones de sprint en jóvenes, siempre que se controle el procedimiento (misma superficie, calentamiento, intentos y recuperación) para mejorar la consistencia de la medición. (Rumpf et al., 2011)

Salto horizontal

Con el fin de estimar la fuerza explosiva del tren inferior, se aplicó el salto horizontal sin impulso, una prueba de campo ampliamente utilizada en contextos escolares por su sencillez y buena reproducibilidad. Para asegurar condiciones homogéneas de aplicación y facilitar la comprensión del procedimiento.

En el **apéndice D**, se sintetiza los elementos clave del protocolo: la línea de batida, la trayectoria del salto y el criterio de registro de la distancia (desde la línea de salida hasta el punto de contacto más cercano en la caída). Esta estandarización permite disminuir errores de medición, comparar resultados entre participantes y seleccionar el mejor intento como indicador del rendimiento explosivo.

Prueba Course Navette

Para valorar la resistencia cardiorrespiratoria se empleó el Course Navette de 20 metros (Beep Test), que permite estimar el desempeño aeróbico a partir de incrementos progresivos de velocidad guiados por señales acústicas. Con el propósito de clarificar el montaje del recorrido y los criterios de finalización del test, se incluye la siguiente figura explicativa del protocolo y del sistema de registro.

La figura en el **apéndice E**, se observa el recorrido, el cual se realiza entre dos líneas separadas por 20 metros, manteniendo el ritmo indicado por el audio y aumentando la velocidad por etapas. El resultado se registra mediante el último nivel y etapa completada, lo

que permite reportar el desempeño aeróbico de forma objetiva y bajo condiciones comparables dentro del grupo evaluado.

Prueba Carrera 40m

La velocidad de desplazamiento y la aceleración se evaluaron mediante una carrera máxima de 40 metros, registrando adicionalmente un parcial a los 20 metros para analizar el componente de aceleración inicial. Dado que la precisión del cronometraje y la correcta demarcación del tramo influyen directamente en la calidad de los datos, se presenta a continuación una figura con el montaje y el procedimiento de medición.

En el **apéndice F**, muestra la delimitación de los puntos 0 m, 20 m y 40 m, así como el registro diferenciado de los tiempos (0–20 m y 0–40 m). Esta estructura permite interpretar la aceleración como el rendimiento en la fase inicial y la velocidad como el desempeño global del sprint, reduciendo ambigüedades en la toma de tiempos y fortaleciendo la consistencia del protocolo.

Prueba Sit and Reach

Para estimar la flexibilidad de la cadena posterior (isquiosurales y región lumbar) se aplicó el test Sit and Reach, por ser un procedimiento estandarizado, de fácil aplicación y adecuado para población escolar. Con el fin de garantizar la correcta postura y evitar errores frecuentes (por ejemplo, flexión de rodillas o rebotes), se incluye a continuación un esquema del montaje y de los criterios de validez.

De acuerdo al **apéndice G**, con la figura, el participante realiza el alcance máximo con piernas extendidas y pies apoyados en el tope, registrándose la distancia en centímetros. La inclusión de criterios de validez y del número de intentos contribuye a mejorar la fiabilidad del registro y a asegurar que el resultado refleje de forma más precisa el nivel de flexibilidad del evaluado.

Prueba Medición 2D:4D

Como variable complementaria, se incorporó la medición del índice 2D:4D, entendido como la relación entre la longitud del dedo índice (2D) y la del dedo anular (4D).

Para evitar inconsistencias en el punto de inicio y en la orientación de la medición, se presenta la siguiente figura con el instrumental requerido, el protocolo y el cálculo del indicador.

Tal como se ilustra en el **apéndice H**, el procedimiento consiste en medir la longitud de 2D:4D desde el pliegue basal proximal hasta la punta del dedo, realizar mediciones repetidas y calcular el cociente 2D/4D. Este esquema metodológico reduce el sesgo por paralaje o por selección incorrecta del punto de referencia y permite integrar el índice 2D:4D de manera controlada dentro del análisis del perfil morfofuncional, esta medida se toma en los dos perfiles.

Por último, la medición del índice de longitud digital (2D:4D) se hizo a través de un calibrador digital de precisión, teniendo en cuenta la distancia entre el pliegue proximal y la punta de los dedos índice y anular de las dos manos siguiendo el protocolo de (Manning & Hill, 2009). La totalidad de las valoraciones se llevaron a cabo siguiendo procedimientos aceptados y validados de las instituciones de referencia de ámbito internacional como la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (J. Hans de Ridder, 2001) y el American College of Sports Medicine, (2014), garantizando así la rigurosidad metodológica y la validez de los resultados que se obtuvieron.

En primer lugar, la evaluación de la composición corporal se ejecutó mediante técnicas antropométricas de campo, dada su alta validez y practicidad en entornos escolares. Los instrumentos utilizados fueron, balanza digital perfectamente calibrada con una precisión de 0,1 kg para el peso, tallímetro portátil con una precisión de 0,1 cm para tallas de pie y sentado, antropómetro metálico para envergadura y cinta métrica flexible no extensible, con una precisión de 0,1 cm, para medir perímetros corporales.

Las variables registradas fueron el peso corporal, talla de pie, talla sentado, envergadura, índice de masa corporal (IMC) y perímetros de brazo relajado, cintura, cadera, muslo medio y pantorrilla. El IMC se calculó dividiendo el peso (en kilogramos) y el cuadrado de la talla (en metros), interpretándose a partir de las tablas de la Organización Mundial de la Salud 2021., (2021) por edad y sexo, permitiendo clasificar a los estudiantes en las categorías de bajo peso, peso normal, sobrepeso u obesidad.

La toma de medidas se realizó siguiendo el protocolo ISAK nivel 1. Las mediciones fueron efectuadas por el investigador principal, quien actuó como antropometrista, realizando dos tomas por variable y aceptando una variación máxima de 0,5 cm en tallas y perímetros. Cuando la diferencia superó este criterio, se repitió la medición hasta alcanzar el rango de aceptación.

Por otro lado, la resistencia cardiorrespiratoria se evaluó mediante el Test de Course Navette de 20 metros, también denominado 20 m Shuttle Run Test o Beep Test. Esta prueba incremental, propuesta por Léger et al., (1988), permite estimar de forma indirecta el consumo máximo de oxígeno VO_2 max. en población escolar. El procedimiento consiste en que el participante recorra de manera continua una distancia de 20 metros ida y vuelta, sincronizando su desplazamiento con señales acústicas a intervalos regulares; a medida que avanza la prueba, los intervalos se reducen y la velocidad exigida aumenta progresivamente hasta el agotamiento o la imposibilidad de mantener el ritmo.

Para el 20 m Shuttle Run Test (Course Navette), se aplicó el protocolo incremental estandarizado de 20 metros, ampliamente utilizado en población infantil y adolescente. La velocidad inicial se estableció en 8,5 km/h y se incrementó de forma progresiva en cada etapa, conforme a las señales acústicas del test. La prueba finalizó cuando el participante no alcanzó la línea en dos ocasiones consecutivas dentro del tiempo marcado por la señal sonora o cuando interrumpió voluntariamente por fatiga. Se registró el último nivel y etapa completados por cada participante y, posteriormente, este resultado se transformó en una estimación del VO_2 max mediante la ecuación propuesta por Léger, considerando la velocidad final alcanzada y la edad del participante

Esta prueba presenta alta correlación con la medición directa del VO_2 max, siendo sencilla, económica y muy utilizada en los mismos ámbitos, escolares y deportivos, porque ofrece fiabilidad para la determinación de dicha capacidad. La elección de este instrumento se debe a que es válido, a que se puede aplicar de forma masiva en espacios reducidos y por su seguridad; siendo el descenso progresivo de la intensidad un medio para disminuir el riesgo de sobre-esfuerzo.

La fuerza explosiva del tren inferior se valoró a través del test de salto horizontal sin impulso, un test funcional que evalúa la capacidad de generar fuerza y potencia en miembros inferiores en un tiempo muy reducido. El participante se colocó con los pies paralelos detrás de una línea de batida, realizó una rápida flexión de rodillas y cadera, seguida de una potente extensión, buscando proyectar el cuerpo hacia adelante a la máxima distancia posible. (EUROFIT, 1987).

No se permitieron pasos previos ni la carrera de impulso. La distancia se midió desde la línea de batida hasta el talón más retrasado en el aterrizaje. Se realizaron tres intentos y se guardó el mejor. Este test, en la población escolar y en contextos deportivos, se utiliza con frecuencia por su simplicidad, bajo costo y fiabilidad alta como test de potencia muscular de las piernas, cualidad directamente relacionada con el desempeño en disciplinas como el atletismo, el fútbol o el baloncesto, así como en actividades cotidianas en las que saltar, correr o cambiar de dirección rápida son de uso frecuente.

La velocidad cíclica se determinó mediante una carrera lanzada compuesta por dos segmentos: un tramo inicial de aceleración de 20 m y un tramo cronometrado de 20 m. El tramo de aceleración permitió que el participante alcanzara su velocidad máxima antes de iniciar el registro, de modo que el tiempo del segundo segmento reflejara principalmente el desempeño en fase de velocidad máxima y la capacidad de sostenerla en línea recta, minimizando la influencia de la aceleración inicial. El tiempo se controló con un cronómetro digital con resolución de 0,01 s. Este tipo de protocolo se emplea de forma habitual en pruebas de velocidad lineal para estimar el rendimiento en diferentes fases del sprint y, en particular, para aproximar la velocidad máxima cuando se incorpora un tramo previo de lanzamiento (Altmannid et al., 2019). No obstante, se reconoce que el cronometraje manual puede introducir error asociado al tiempo de reacción, por lo que su estandarización resulta relevante al interpretar los resultados (Haugen & Buchheit, 2015).

La aceleración se registró mediante una carrera de 20 m iniciando desde la posición de reposo; se registró el tiempo transcurrido desde la señal de salida hasta la llegada a la línea final con un cronómetro digital de alta resolución. Esta prueba permite estimar la capacidad de incrementar rápidamente la velocidad desde una condición estática, cualidad

especialmente relevante en deportes y actividades que exigen arrancadas explosivas, cambios de ritmo y desplazamientos cortos de alta intensidad (Haugen & Buchheit, 2015).

De la misma forma, la flexibilidad fue analizada mediante el test de sit and reach, conforme al protocolo original de (Wells & Dillon, 1952). El participante, permanecía descalzo y sentado sobre el suelo con las piernas extendidas y juntas frente a una caja de medición con una regla graduada, inclinaba el torso hacia adelante con las manos superpuestas y los brazos extendidos, tratando de alcanzar la máxima distancia que pudiera sin flexionar las rodillas. Se llevaron a cabo tres intentos y se registró el mejor resultado en centímetros.

Esta prueba es ampliamente utilizada en el contexto escolar por su sencillez, validez y fiabilidad, además de permitir identificar posibles acortamientos musculares que puedan afectar la movilidad o la postura de los estudiantes. Este test es uno de los más comunes en el ámbito escolar y en las evaluaciones clínicas gracias a su seguridad, facilidad de ejecución, y su capacidad para detectar acortamientos musculares o limitaciones en la movilidad articular, fundamentalmente en la cadena muscular posterior; mantener niveles óptimos de flexibilidad en la adolescencia es importante para evitar diferentes lesiones, mejorar la postura y posibilitar una mecánica del cuerpo eficiente.

Se utilizó un calibrador Vernier manual (resolución de 0,01 mm) para medir el índice de longitud digital (2D:4D) como la distancia desde el punto medio del pliegue basal ventral proximal hasta la punta de los dedos índice (2D) y anular (4D) de ambas manos. Posteriormente, el índice se calculó dividiendo la longitud del 2D entre la del 4D. Este indicador se ha propuesto como un biomarcador antropométrico no invasivo potencialmente relacionado con la exposición prenatal relativa a esteroides sexuales, particularmente testosterona y estradiol, y se ha asociado en la literatura con diferencias en rasgos motores y en variables vinculadas al rendimiento y la predisposición deportiva (Trivers et al., 2006).

Se incluyó el índice 2D:4D como una variable complementaria, con el objetivo de explorar posibles asociaciones con las capacidades condicionales y la composición corporal. Las mediciones se realizaron en la mano [dominante / no dominante] del participante, con la palma en posición supina (o en decúbito dorsal) y los dedos en extensión, asegurando un

ángulo de visión perpendicular para minimizar errores de paralaje. Para cada dedo (índice, 2D; y anular, 4D) se efectuaron dos mediciones y se calculó el promedio de la longitud del 2D y el promedio de la longitud del 4D; posteriormente, el índice 2D:4D se obtuvo como la razón entre ambas longitudes promedio (2D/4D)

Todos los instrumentos usados estaban correctamente calibrados y las pruebas se realizaron dentro del contexto escolar, con condiciones de temperatura y humedad no controlados y una duración de la batería de pruebas de aproximadamente 90 minutos por grupo de estudiantes.

Las evaluaciones fueron realizadas por el docente investigador, con el apoyo de sus colaboradores, siguiendo los protocolos establecidos para la aplicación de cada prueba, lo que garantizó la calidad y la fiabilidad de los datos. Los resultados obtenidos en cada prueba fueron recogidos, en de formatos estandarizados, y después digitalizados para su análisis estadístico en el software especializado IBM SPSS® Statistics versión, 31. 0.0.0 Se aplicaron las pruebas de normalidad a las variables de investigación, ya que la prueba superó los 50 participantes, se hizo uso de la prueba Kolmogórov-Smirnov para conocer la distribución de los datos. Conociendo la naturaleza de las variables se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney para establecer las diferencias significativas según el grado y sexo. Igualmente se aplicó la correlación de Spearman con el objetivo de conocer las relaciones entre la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice de longitud digital.

Esta batería de técnicas e instrumentos permitió obtener un perfil físico de la muestra, con datos comparables a estándares nacionales e internacionales y constituyó una buena base para analizar la relación entre composición corporal, capacidades condicionales e índice de longitud digital en población escolar en un contexto colombiano rural.

3.6. Aspectos Éticos.

La investigación se ejecutó bajo los principios éticos de la Declaración de Helsinki de la Association, W. M. (2013). Y las normas de El (Ministerio de Salud, 1993.). Estos estudios se consideran de mínimo riesgo al tener en cuenta que no hay procedimientos invasivos ni hay peligro para la integridad física o psicológica de los participantes.

Dicho proyecto de investigación tuvo la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI), garantizando así el desarrollo del proyecto de acuerdo con la normatividad vigente. Asimismo, se solicitó y obtuvo el consentimiento informado (**apéndice A**) de los padres o tutores como también el asentimiento (**apéndice B**) de los estudiantes antes de la elaboración del trabajo de campo, ya que se veló porque todos conocieran los objetivos, beneficios y riesgos que se podrían presentar en el estudio. En todo momento, se veló por respetar la dignidad, intimidad y derechos de los escolares a partir de un protocolo ético transparente y responsable.

Estos últimos recibieron explicaciones claras y adecuadas a su edad sobre los objetivos, así como, procedimientos, beneficios y posibles riesgos, subrayando que su participación era completamente voluntaria y que podían retirarse en cualquier momento sin repercusiones. La confidencialidad de la información se mantuvo a través de la codificación de los datos, evitando cualquier identificación personal y su uso se limitó estrictamente a fines académicos, almacenándose en bases de datos protegidas y de acceso restringido al equipo de investigación.

Las pruebas físicas se llevaron a cabo en instalaciones seguras y supervisadas por personal calificado en educación física y primeros auxilios, asegurando previamente el estado de salud de cada estudiante y excluyendo a aquellos con lesiones o condiciones médicas que pudieran contraindicar el esfuerzo físico. Además, se obtuvo la autorización formal de la Institución Educativa San Alberto Magno para acceder a las instalaciones y realizar las mediciones. Con estas acciones, el estudio cumplió con las normas nacionales e internacionales en investigación con menores, promoviendo una práctica científica responsable, segura y respetuosa de la integridad física y moral de toda la población escolar.

Capítulo IV. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de los datos obtenidos en las pruebas de composición corporal, capacidades condicionales y del índice de longitud digital 2D:4D aplicadas a los escolares de la Institución Educativa San Alberto Magno. La exposición de los hallazgos se organiza en coherencia con los objetivos específicos del estudio, para facilitar su interpretación y lectura.

4.1 Características de Frecuencia de Práctica Deportiva y Deporte.

La **Tabla 2.** presenta frecuencia y porcentaje por estrato socioeconómico de toda la población y por sexo de los escolares evaluados.

Tabla 2. *Estrato sociodemográfico y edad por sexo*

Variable		Todos		Masculino		Femenino	
		n=172	% = 100	n=72	% = 41,86	n=100	%58,13
Estrato socioeconómico	1	58	33,72	28	38,88	30	30
	2	70	40,69	25	34,72	45	45
	3	44	25,81	19	26	25	25
Edad ($\bar{x}=12,04$, S n 77)	11	42	24,41	13	18	29	29
	12	81	47,09	35	49	46	46

13 49 28,48 24 33 25 25

*n= total de la muestra, x=media, S = desviación

Nota: Elaboración propia

Según estos datos, predominó el estrato socioeconómico 2. Al analizar la distribución por sexo, se observó que en los hombres prevaleció el estrato 1, mientras que en las mujeres predominó el estrato 2. Respecto a la edad, la mayoría de los escolares tenía 12 años, seguidos por los 13 años y en menor proporción, los 11 años.

La **Tabla 3.** presenta por grado y sexo la distribución de frecuencias de práctica deportiva (FPD) por semana y el deporte practicado.

Tabla 3. Frecuencia de Práctica Deportiva por semana y Deporte, por grado académico y sexo.

Variable	Grado	Sexto		Séptimo		P sig. (bilateral)
		M	F	M	F	
FPD	1	12	32	12	35	< 0,001
	2	1	3	0	8	
	3	16	12	16	7	
	4	7	3	8	0	
Deporte	F	20	4	17	3	<0,001
	T	2	3	3	5	
	V	0	5	3	5	
	P	0	5	1	2	
	N	14	33	12	35	

*FDP= frecuencia de práctica deportiva por semana, 1 =una vez x semana, 2= dos veces x semana, 3= tres veces x semana, 4= cuatro veces x semana F= Fútbol, T= Taekwondo, V= Voleibol, P= Patinaje, N= Ninguno. P=Nivel de significancia.

Nota: Elaboración propia

En los varones de sexto y séptimo grado, se observa que el mayor porcentaje realiza actividad física tres veces por semana (44,4%). En cuanto a las preferencias deportivas, el fútbol se destaca como el deporte más practicado, con un 55,5% en sexto y un 47,2% en

séptimo grado. El voleibol presenta una baja participación, con apenas un 13,8% en ambos grados.

En las mujeres de sexto y séptimo se observa mayor porcentaje de FPD de una vez por semana con un 64% y un 70% y el 66% y 77% en la no práctica de ningún deporte respectivamente. Solo el 10% en cada grado evidenciaron preferencia de práctica de voleibol.

Según la prueba U de Mann-Whitney se presenta una diferencia estadísticamente significativa, entre hombres y mujeres, en cuanto a FPD y el tipo de deporte practicado ($p < 0,001$). Los resultados muestran que los hombres tienen una mayor frecuencia semanal de práctica deportiva y una participación más marcada en deportes con mayor popularidad como el fútbol. En contraste, entre las mujeres predominan frecuencias más bajas de práctica y una mayor proporción de estudiantes que no realizan ningún deporte.

4.2. Composición Corporal

La **Tabla 4**, presenta por grado y sexo, la media, desviación estándar y significancia de las variables morfológicas evaluadas por antropometría (peso, talla sentado, envergadura, perímetros de brazo, cintura, cadera muslo, pantorrilla y el IMC)

Se observa que los datos de composición corporal de los escolares de sexto grado, tanto hombres como mujeres, presentan valores inferiores a la media general en todas las variables analizadas. En contraste, los escolares de séptimo grado muestran valores superiores a la media general, con excepción del perímetro de brazo en las mujeres.

Según la prueba U de Mann-Whitney, se evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre los sexos en el perímetro de cadera ($p = 0,002$) y en el perímetro de muslo ($p = 0,010$). Dado que los valores son inferiores al nivel de significancia establecido ($p < 0,05$), se confirma la existencia de diferencias morfológicas relevantes entre hombres y mujeres.

En el grado séptimo se observaron diferencias significativas por sexo en el perímetro de cadera ($F > M$; $p = .010$) y en el perímetro de muslo ($F > M$; $p = .002$). No se evidenciaron diferencias por sexo en las demás variables antropométricas ($p > .05$).

Tabla 4. Variables morfológicas por grado y sexo.

Variable	Todos		Sexto				Séptimo				P (bilateral)
	n = 172		M n=36		F n=50		M n=36		F n=50		
Medidas	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	
Peso (Kg)	47,64	12,29	44,41	10,87	43,93	11,50	49,58	12,51	52,13	12,44	,478
Talla (cm)	152	0,08	150	0,009	149	0,08	155	0,09	154	0,07	,852
Talla Sentado (Cm)	78,3	4,94	76,9	5,03	76,5	4,08	79,2	5,34	80,3	4,59	,592
Envergadura (Cm)	154,08	10,00	152,44	10,81	151,21	9,61	157,67	11,03	155,48	8,03	,374
Per. Brazo (Cm)	22,68	3,93	21,63	3,67	21,48	4,00	22,94	3,94	24,20	3,61	,445
Per. Cintura (Cm)	67,44	11,32	67,23	9,91	64,90	11,54	68,01	14,61	70,28	8,70	,751
Per. Cadera (Cm)	84,01	12,35	79,55	9,61	80,65	14,61	84,11	10,50	90,66	10,06	,010
Per. Muslo (Cm)	43,19	8,92	41,05	10,28	42,35	7,10	42,47	8,24	45,89	9,56	,002
Per. Pantorrilla (Cm)											,575
	31,06	6,64	29,75	3,73	29,5	4,29	32,72	11,26	32,48	5,16	
IMC (Kg/m²)	20,40	4,02	19,63	3,55	19,43	3,82	20,47	3,92	21,82	4,29	,359

*n= total de la muestra, M= Masculino, F= Femenino P=Nivel de significancia de n * sexo. Per = Perímetro, S=desviación estándar, x=media

Nota: Elaboración propia

Por otro lado, la **Tabla 5.**, presenta por sexo y edad, el promedio, desviación estándar de las variables morfológicas evaluadas por antropometría (peso, talla sentado, envergadura, perímetros de brazo, cintura, cadera muslo, pantorrilla y el IMC).

En la **Tabla 5.**, se observa en los hombres de 13 años valores superiores a los de la media de $n= 172$, exceptuando el perímetro de muslo (42,4 cm) que se encuentra por debajo de la media. En las mujeres de 13 años todas las variables evaluadas presentan valores superiores a la media de $n= 172$ lo que es indicador del desarrollo físico corporal acorde a la edad.

Tabla 5. Variables morfológicas evaluadas por antropometría distribuidas por edad y sexo.

Variable	Todos		Masculino						Femenino					
	Edad	n = 172	11 n=13		12 n_35		13 n=24		11 n=29		12 n=46		13 n=25	
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Peso (Kg)	47,64	12,2 9	42,4	11,02	46,13	10,86	50,7	13,18	43,8	11,38	47,2	10,97	54,6	14,47
Talla (cm)	152	0,08	147	10,89	151	8,77	156	9,92	148	9,11	151	6,53	156	6,40
Talla Sentado (Cm)	78,3	4,94	75,6	6,18	77,9	5,06	79,5	4,76	75,7	4,31	78,4	4,56	81,3	3,66
Envergadura (Cm)	154,0	10,0 0	149	11,06	154	10,71	158	10,96	149	9,63	153	8,72	1,57	7,35
Perímetro de Brazo (Cm)	22,68	3,93	21,03	4,33	22	3,44	23,5	3,91	21,7	4,07	22,6	3,30	24,8	4,54
Perímetro de Cintura (Cm)	67,44	11,32	65,03	10,16	66,24	13,51	69,5	11,98	66,6	7,89	67,7	7,97	68,6	16,15
Perímetro de Cadera (Cm)	84,01	12,3 5	77,96	10,46	81,35	9,68	84,6	10,59	80,5	11,2	84,7	14,76	92,8	10,36
Perímetro de Muslo (Cm)	43,19	8,92	39,92	6,63	42,00	12,03	42,4	5,17	42,6	7,32	44,0	6,75	46,4	12,05
Perímetro de Pantorrilla (Cm)	31,06	6,64	29,92	4,82	29,85	3,77	33,9	13,28	29,5	4,88	31,04	5,24	32,4	4,21
IMC (Kg/m²)	20,40	4,02	19,29	3,62	19,94	3,81	20,63	3,76	19,63	3,56	20,47	4,13	22,18	4,74

* n= total de la muestra, M= Masculino, F= Femenino P=Nivel de significancia de n * sexo. Per = Perímetro Cm= centímetros, Kg= kilogramos, m²= metro cuadrado, x=media, S = desviación.

Nota: Elaboración propia

La **Tabla 6** se presenta los datos de IMC y talla por rangos de clasificación de acuerdo a las tablas de la OMS (percentiles o puntuaciones Z) y clasificación según resolución 2465 del 2016 Ministerio de Salud y Protección Social.

Tabla 6. Clasificación nutricional a partir del IMC para sexo, edad y talla esperada para la edad

Variable	Sexo	Delgadez	Riesgo de delgadez	Adecuado para la edad	Sobrepeso	Obesidad
		<-2	≥-2 a <-1	≥-1 a ≤+1	≥+1 a ≤+2	≥+2
IMC/E	n=172	2	14	130	24	2
F	M= 72	1	5	54	11	1
	F=100	1	9	76	13	1
Talla/E		Talla baja	Riesgo de Talla baja	Talla Adecuada para la edad	Talla Alta	Talla alta severa
F	n=172	7	28	129	6	2
	M= 72	3	13	51	3	2
	F=100	4	15	78	3	0

*f= Frecuencia, n= total de la muestra, M= Masculino, F= Femenino. IMC/E= Índice de Masa Corporal para la edad, Talla/E=talla para la edad.

Nota: Elaboración propia

Aunque la fórmula del IMC es igual para adultos y adolescentes, en estos últimos su interpretación puede realizarse con tablas de referencia por edad y sexo basadas en percentiles o puntuaciones Z de la (Organización Mundial de la Salud; 2021). Según los resultados, el 1,16% de los escolares presenta delgadez, el 8,13% riesgo de delgadez, el 75,58% un IMC adecuado para la edad, el 13,95% sobrepeso y el 1,16% obesidad. Discriminado por sexo, se observa que la delgadez afecta el 0,58%, tanto de hombres como de mujeres. El riesgo de delgadez corresponde a un 2,90% los hombres y al 5,23% de las mujeres. En cuanto al IMC adecuado para la edad, el 31,39% son hombres y el 44,18% son mujeres. Para la categoría sobrepeso el 6,39% son hombres y el 7,55% son mujeres. Por último, la obesidad se presenta en el 0,58% en hombres y en mujeres.

De estos resultados puede observarse que el 4,07% de los escolares presentan talla baja para la edad, el 16,28% riesgo de retraso en talla, el 75% tienen una talla adecuada y el 4,6% se encuentra por encima de la talla esperada para la edad. Discriminado por sexo, la talla baja para la edad está representada por el 1,74% en hombres y el 2,32% en mujeres. El riesgo de retraso para la talla corresponde al 7,55% de los hombres y al 8,72% de las mujeres. En la categoría de talla adecuada el 29,65% corresponde a hombres y el 45,34% a mujeres. Finalmente, valores por encima de la talla adecuada corresponden al 2,90% de los hombres y al 1,74% de las mujeres.

La **Tabla 7.** presenta por rangos de edad, los datos de IMC y talla por edad decimal según la clasificación establecida por la OMS (percentiles o puntuaciones Z).

Tabla 7. *IMC y talla por edad decimal.*

Variable	Edad	Delgadez	Riesgo de delgadez	Adecuado para la edad	Sobrepeso	Obesidad
		<-2	≥-2 a <-1	≥-1 a ≤+1	≥+1 a ≤+2	≥+2
IMC/E	11 (n=42)	1	5	30	6	0
	12 (n=81)	0	6	64	9	2
	13 (n=49)	1	3	36	9	0
Variable		Talla Baja	Riesgo de Talla Baja	Talla adecuada para la edad	Esto que es	Esto que es
Talla/E	11 (n=42)	3	7	26	6	0
	12 (n=81)	1	15	63	0	2
	13 (n=49)	3	6	40	0	0

* IMC= Índice de Masa Corporal para la edad, Talla/E=talla para la edad, n= número de participantes.

Nota: Elaboración propia

Los escolares de 12 años presentan un IMC normal en un 37,20%, el 5,23% sobrepeso, el 1,16% obesidad y el 3,48% riesgo de delgadez. Los escolares de 13 años el 20,93% presentan un IMC normal, el 5,23% sobrepeso, el 3,48% riesgo de delgadez y el 0,58% delgadez. Para la edad de los 11 años el 17,44% presenta un IMC normal, el 3,48% sobrepeso, el 2,90% riesgo de delgadez y el 0,58% delgadez. Discriminado por sexo, el grupo de los 12 años presenta un IMC adecuado para la edad siendo un 16,27% para los hombres y el 20,93% para las mujeres, el 2,32% de los hombres y el 2,90% de las mujeres tienen sobrepeso, el 1,16% de los hombres y el 2,32% de las mujeres muestran riesgo de delgadez, y el 0,58% de los hombres y las mujeres obesidad. En los escolares de 13 años el 10,46% de los hombres y las mujeres tienen IMC adecuado para la edad, el 2,32% de los hombres y el 2,90% de las mujeres sobrepeso, el 1,16% de los hombres y el 0,58% de las mujeres tienen riesgo de delgadez y el 0,58% de las mujeres presentan delgadez.

En los escolares de 11 años el 4,65% de los hombres y el 12,79% de las mujeres evidencian un IMC adecuado para la edad, el 1,74 de los hombres y las mujeres sobrepeso, el 0,58% de los hombres y el 2,32% de las mujeres riesgo de delgadez y el 0,58% de los hombres delgadez.

En cuanto a la talla los escolares de 12 años, el 36,62% presenta una talla normal, el 1,16% presenta promedio superior a la talla normal, el 8,72 presenta riesgo de baja talla y el 0,58% presenta baja talla. En los escolares de 13 años el 23,25 presenta talla normal, el 3,48 presenta riesgo de baja talla y el 1,74% presenta baja talla. En los escolares de 11 años el 15,11% presenta talla normal, el 3,48% presenta promedio superior a la talla normal, el 4,06 presenta riesgo de baja talla y el 1,74% presenta baja talla.

La talla adecuada para la edad por sexo de toda la muestra de acuerdo a la clasificación de la OMS, evidencian una talla baja del 4% en las mujeres y 4,17% en los hombres, en riesgo de talla baja el 15% de las mujeres y el 18,06% de los hombres, en la categoría adecuada el 78% de las mujeres y el 70,83% de los hombres, y finalmente 3% de las mujeres y el 6,94% de los hombres está por encima de la talla adecuada para la edad.

4.3. Capacidades Condicionales.

En la **Tabla 8.** se presentan los resultados por promedio y desviación estándar de la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza, la aceleración, la velocidad y la flexibilidad por grado y sexo.

Tabla 8. Promedio y desviación estándar para, VO_2 max, fuerza, aceleración, velocidad y flexibilidad por grado y sexo.

Variable	Todos		Sexto				Séptimo				P sig. (bilateral)
	n = 172		M n=36		F n=50		M n=36		F n=50		
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
VO₂ max (ml/kg/min)	36,13	4,51	38,37	4,01	34,21	1,61	39,76	5,98	33,84	2,9	< 0,001
Fuerza explosiva (cm)	99,12	18,81	108,66	16,95	88,36	13,13	113,39	18,76	92,7	14,99	< 0,001
Aceleración (0-20m) (m/S ²)	2,06	0,43	2,28	0,40	1,98	0,34	2,24	0,44	1,83	0,39	< 0,001
Velocidad cíclica max. (20-40m) (m/s)	4,83	0,767	5,14	0,524	4,54	0,765	5,34	0,537	4,61	0,449	< 0,001
Flexibilidad (cm)	0,54	7,68	-2,69	6,38	1,71	7,89	0,42	7,17	2,46	8,06	0,003

*n= total de la muestra, M= Masculino, F= Femenino, P=Nivel de significancia. M= Media aritmética (el promedio de los valores). S = Desviación estándar (indica cuánto varían los datos respecto a la media). Cm = Centímetros. m = Metros. S² = Metros por segundo al cuadrado (m/s²). s = Segundos. Kg 0= Kilogramos. ml = Mililitros. P = Nivel de significancia estadística.

Nota: Elaboración propia

Se observa que el VO_2 max, la fuerza explosiva, la aceleración y la velocidad cíclica máxima, muestran valores superiores a la media general en hombres, mientras que las mujeres presentan valores inferiores a la media general. La flexibilidad muestra valores superiores en las mujeres con respecto a la media general mientras que en hombres se evidencia valores inferiores a la media general.

Al estratificar por grado (sexto y séptimo), se mantuvo el mismo patrón: los hombres presentaron mayores valores de VO_2 max, fuerza explosiva, aceleración (0–20 m) y velocidad cíclica máxima (20–40 m), mientras que las mujeres obtuvieron mayores valores en flexibilidad. Las diferencias por sexo fueron estadísticamente significativas en ambos grados.

En la **tabla 9**. Se presenta los datos de las variables de las capacidades condicionales evaluadas distribuidas por edad y sexo.

Se observa que los hombres de forma general presentan valores superiores a la media de todos ($n= 172$) en las variables de VO_2 max, fuerza explosiva, y aceleración, exceptuando los hombres de 11 años. Mientras que en la variable de flexibilidad presentan valores inferiores a la media general. Las mujeres presentan valores inferiores al promedio general en todas las variables, excepto la variable de flexibilidad, que presenta valores muy superiores a la media especialmente en las edades 12 y 13 años.

Considerando que entre los 11 y 13 años existe alta heterogeneidad en el estado de maduración biológica, se realizaron análisis estratificados por edad y sexo para reducir el efecto de confusión asociado al desarrollo puberal. No obstante, se reconoce que la incorporación de un indicador directo/indirecto de maduración permitiría un ajuste más fino del efecto del desarrollo sobre el rendimiento físico.

Según el análisis establecido por edad y sexo se observó que los hombres presentaron un mejor rendimiento en la mayoría de las capacidades condicionales evaluadas, en el VO_2 max se observó que el punto máximo de desempeño es la edad de 12 años (39,27 m/kg/min) y el rango entre 11 y 13 años es de (38,88 a 38,86 m/kg/min) respectivamente, en la fuerza explosivo se presentó un aumento progresivo de (107,3 a 117,5), en la aceleración igualmente se presenta un aumento progresivo de desempeño (2,21 m/seg² a 2,35 m/seg²), igualmente

en la velocidad la progresión es similar de (4,55 m/seg a 5,41 m/seg), por el contrario en la flexibilidad se encontraron valores adversos y negativos de (-2,15cm a -1,91cm).

En las mujeres se observaron valores estables en el VO_2 max que estuvieron entre 33,39 y 34,07m/kg/min. En la fuerza explosiva se reflejó un rendimiento positivo con incrementos de 89,72 cm a 96,36 cm, mientras que en aceleración se presentaron valores que disminuyen de 1,97 m/s² a 1,86 m/s², esta misma tendencia se presentó en la velocidad con valores de 4,60 m/s a 4,47m/s. finalmente en la flexibilidad se presentó un mejor desempeño con valores de 0,55 cm a 2,36 cm siendo esta la única capacidad condicional en la que las mujeres obtuvieron valores superiores a los hombres.

Tabla 9. Variables de las capacidades condicionales distribuidas por edad y sexo.

Variable	Todos		Masculino						Femenino					
	n = 172		11 n=13		12 n=35		13 n=24		11 n=29		12 n=46		13 n=25	
Edad	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S	\bar{x}	S
VO₂max (ml/kg/min)	36,13	4,51	38,88	3,26	39,27	5,26	38,86	5,91	34,06	2,05	33,95	2,63	34,07	2,15
Fuerza explosiva (cm)	99,12	18,81	107,3	17,42	107,9	15,07	117,5	20,69	86,72	11,10	90,32	14,88	95,36	15,51
Aceleración (m/S²)	2,06	0,43	2,21	0,49	2,22	0,38	2,35	0,43	1,97	0,34	1,88	0,38	1,86	0,39
Velocidad (m/s)	4,83	0,767	4,55	1,48	5,25	0,43	5,41	0,56	4,60	0,42	4,62	0,44	4,47	1,01
Flexibilidad (cm)	0,54	7,68	-2,15	5,11	-1,08	7,20	-1,91	7,30	0,55	8,06	2,88	7,79	2,36	8,12

*n= total de la muestra, M= Masculino, F= Femenino, P=Nivel de significancia. M = Media aritmética (el promedio de los valores). S = Desviación estándar (indica cuánto varían los datos respecto a la media). Cm = Centímetros. m = Metros. S² = Metros por segundo al cuadrado (m/s²). s = Segundos. Kg 0= Kilogramos. ml = Mililitros. P = Nivel de significancia estadística.

Nota: Elaboración Propia

4.4 Índice 2D/4D por Grado y Sexo

La **Tabla 10**. Se presenta por grado y sexo el promedio, la desviación estándar, la media +DE, y la media -DE del índice de longitud digital 2D:4D de la mano derecha e izquierda de los escolares.

Tabla 10. Promedio, desviación estándar y Media \pm DE, del índice de longitud digital 2D:4D por grado y sexo.

	Grado	Sexo	Mano	\bar{x}	S	Media + DE	Media - DE	P sig. (bilateral)	
Índice 2D; 4D (mm)	Todos	n= 172	Derecha	0,963	0,083	1,046	0,88	,034	
			Izquierda	0,961	0,040	1,001	0,921	,031	
			Promedio Der-Izq.	1,060	0,765	1,826	0,294		
			Diferencia Der-Izq.	0,052	0,680	0,733	-0,628		
	Sexto	M	n= 36	Derecha	0,94	0,16	1,1	0,78	
				Izquierda	0,95	0,048	0,99	0,90	
				Promedio Der-Izq.	0,987	0,173	1,160	0,813	
				Diferencia Der-Izq.	-0,013	0,166	0,152	-0,180	
		F	n=50	Derecha	0,97	0,03	1	0,94	
				Izquierda	0,96	0,042	1	0,91	
				Promedio Der-Izq.	1,006	0,041	1,047	0,964	
				Diferencia Der-Izq.	0,005	0,040	0,045	-0,035	
Séptimo	M	n=36	Derecha	0,95	0,036	0,986	0,914		
			Izquierda	0,95	0,034	0,984	0,916		
			Promedio Der-Izq.	1,000	0,040	1,041	0,960		
			Diferencia Der-Izq.	0,000	0,038	0,038	-0,038		
	F	n=50	Derecha	0,97	0,043	1,013	0,927		
			Izquierda	0,96	0,035	0,995	0,925		
			Promedio Der-Izq.	1,009	0,042	1,051	0,967		
			Diferencia Der-Izq.	0,008	0,040	0,048	-0,031		

*n= número de la muestra, \bar{x} =media, S=desviación estándar, M= Masculino, F=Femenino, P=Nivel de significancia, 2D:4D=índice de longitud digital, mm=milímetros, +DE=desviación estándar por encima de la media, -DE=desviación estándar por debajo de la media, Der=derecha, Izq.=izquierda.

Nota: Elaboración propia

En términos generales, el menor valor de -DE (0,88) corresponde a la mano derecha en el total de la muestra, ubicándose por debajo de 1. Por grado, los datos de los hombres de sexto presentan en la mano derecha una mayor dispersión, con un valor de -DE = 0,78, que corresponde al rango más alto menor a 1 de toda la muestra. En la mano izquierda, en cambio, la dispersión es menor, indicando una mayor agrupación de los datos (valores < 1).

En las mujeres, la dispersión es similar, con un valor de +DE = 1, y valores de -DE son de 0,94 en la mano derecha y 0,91 en la izquierda. En séptimo grado, los hombres

presentan valores de $+DE = 0,98$ y $-DE = 0,91$ tanto en la mano derecha como en la izquierda, con datos agrupados por debajo de 1. En las mujeres, la $-DE$ es de $0,92$ en ambas manos, mientras que la $+DE$ resulta mayor en la mano derecha.

Teniendo en cuenta los puntos de corte sugeridos por Ramos et al. (2019), se identificó que una proporción relevante de estudiantes, tanto hombres como mujeres, presenta valores del índice 2D:4D por debajo de $0,97$ o de 1 , lo que podría reflejar variaciones morfológicas asociadas a diferencias en el desarrollo físico. Sin embargo, debido a que las frecuencias específicas no están incluidas en la tabla correspondiente, se omiten aquí los valores absolutos para mantener la consistencia de la información presentada.

Se observa además una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre hombres y mujeres estudiados en el índice de longitud digital tanto en la mano derecha como en la izquierda ($p=0,034$; $p=0,031$ respectivamente). Estas diferencias indican que los hombres presentan un índice de longitud digital menor en comparación con las mujeres.

Además, se observaron diferencias estadísticamente significativas por sexo en el índice de longitud digital (2D:4D) en ambas manos, con diferencias en la mano derecha ($p = .034$) y en la mano izquierda ($p = .031$).

4.5. Correlaciones

En la **Tabla 11**. se pueden observar los resultados del análisis de correlación de Spearman entre el índice de longitud digital (2D:4D) y las características morfológicas (peso corporal, talla, talla sentado, envergadura, IMC).

Tabla 11. Correlación Rho Spearman entre índice de longitud digital y variables morfológicas evaluadas mediante antropometría (peso, talla, talla sentado, envergadura, IMC)

Correlación Spearman	Rho	2D:4D MI		2D:4D MD	
		r_s	Sig. (Bil.)	r_s	Sig. (Bil.)
Peso (kg)		-0,003	0,979	-0,017	0,826
Talla (cm)		-0,056	0,464	-0,083	0,278
Talla Sentado (cm)		-0,107	0,163	-0,105	0,171
Envergadura (cm)		-0,25	0,748	-0,67	0,383
IMC (Kg/m²)		0,031	0,691	0,016	0,831

* r_s = Coeficiente de correlación. Bilateral, Sig. (Bil.)=nivel de significancia, 2D:4DMI= índice de longitud mano izquierda, 2D:4DMD = índice de longitud mano derecha, cm=centímetros, kg=kilogramos, m²=metro cuadrado, IMC= índice de masa corporal.

Nota: Elaboración propia

De acuerdo al análisis de correlación de Spearman entre 2D:4D mano derecha y mano izquierda y las variables morfológicas (peso, talla, talla sentado, envergadura, IMC), no se han arrojado correlaciones que sean estadísticamente significativas, ya que los coeficientes descienden de -0,107 a 0,831, indicando la ausencia de una correlación. Por lo tanto, estos resultados son un primer indicio que apuntan a que el índice 2D:4D no se relaciona de manera significativa con los indicadores morfológicos que se han evaluado, por lo que se descarta tal asociación directa entre proporciones digitales más bajas y un mejor desempeño en las variables antropométricas.

De acuerdo con el análisis de correlación de Spearman entre el índice 2D:4D (mano derecha e izquierda) y las variables morfológicas (peso, talla, talla sentado, envergadura e IMC), no se identificaron asociaciones estadísticamente significativas ($p > .05$). Los coeficientes rho obtenidos indicaron relaciones de magnitud baja y/o sin un patrón consistente, por lo que, en esta muestra, el 2D:4D no mostró una relación monotónica con las variables morfológicas evaluadas.

Según el análisis de la correlación de Spearman entre la longitud digital índice y anular (2D:4D) de mano derecha e izquierda y los perímetros corporales no se presentan

correlaciones estadísticamente significativas en ninguna de las dos manos. Los coeficientes de correlación estuvieron entre los rangos de -0,089 y 0,111 lo que representa correlaciones inexistentes o muy débiles entre el índice de longitud digital y las variables evaluadas.

En la **Tabla 12**. Resultados de la correlación de Spearman entre el índice de longitud digital 2D:4D y las variables antropométricas de los diferentes perímetros corporales (brazo, cintura, cadera, muslo y pantorrilla).

Tabla 12. Correlación Rho Spearman entre índice de longitud digital y variables morfológicas evaluadas mediante antropometría (Perímetro de brazo, cintura, cadera, muslo y pantorrilla)

Correlación Spearman	Rho	2D:4D MI		2D:4D MD	
		r_s	Sig. (Bil.)	r_s	Sig. (Bil.)
P. de brazo (cm)		0,014	0,855	0,001	0,97
P. de Cintura (cm)		0,047	0,539	0,001	0,986
P. de Cadera (cm)		0,041	0,591	0,040	0,602
P. de muslo (cm)		0,090	0,240	0,111	0,147
P. de pantorrilla (cm)		-0,089	0,247	-0,043	0,573

* r_s = Coeficiente de correlación. Bilateral, Sig. (Bil)=nivel de significancia, 2D:4DMI= índice de longitud mano izquierda, 2D:4DMD= índice de longitud mano derecha, P= perímetro, cm= centímetro.

Nota: Elaboración propia

La **Tabla 12**. Según el análisis de la correlación de Spearman entre la longitud digital índice y anular (2D:4D) de mano derecha e izquierda y los perímetros corporales no se presentan correlaciones estadísticamente significativas en ninguna de las dos manos. Los coeficientes de correlación estuvieron entre los rangos de -0,089 y 0,111 lo que representa correlaciones inexistentes o muy débiles entre el índice de longitud digital y las variables evaluadas.

La **Tabla 13**. Presenta los datos de la correlación de Spearman entre las variables de índice de longitud digital 2D:4D y las capacidades condicionales evaluadas en los escolares.

Tabla 13. Correlación Rho Spearman entre índice de longitud digital y capacidades condicionales (VO_2 max, fuerza, aceleración, Velocidad y Flexibilidad).

Correlación Spearman	Rho	2D:4D MI		2D:4D MD	
		r_s	Sig. (Bil.)	r_s	Sig. (Bil.)
VO₂ max (ml/kg/min)		-0,99	0,196	-0,106	0,167
Fuerza (cm)		-0,149	0,052	-0,225**	0,003
Aceleración (m/s²)		-0,041	0,598	-0,137	0,074
Velocidad (m/s)		-0,103	0,180	-0,177*	0,020
Flexibilidad (cm)		0,099	0,195	0,011	0,883

* r_s = Coeficiente de correlación. Bilateral, Sig. (Bil.)=nivel de significancia, 2D:4DMI= índice de longitud mano izquierda, 2D:4DMD= índice de longitud mano derecha, cm= centímetro, m=metros, ml=militros, kg=kilogramos, s= segundos, s²= segundos al cuadrado.

Nota: Elaboración propia

Según el análisis de correlación de Spearman entre la longitud digital índice-anular (2D:4D) de ambas manos y las capacidades condicionales evaluadas (VO₂ máx, fuerza, aceleración, velocidad y flexibilidad), en general se observó que en la mano izquierda la mayoría de las correlaciones fueron débiles y no significativas. En contraste, en la mano derecha se identificaron correlaciones negativas estadísticamente significativas entre el índice 2D:4D y la fuerza ($\rho = -0,225$; $p = 0,003$), así como entre el índice 2D:4D y la velocidad ($\rho = -0,177$; $p = 0,020$). Estos resultados indican que, a menor valor del índice de longitud digital, se observa un mejor desempeño en las variables de fuerza y velocidad en la población evaluada (0,97 en hombres y 1 en mujeres) (Ramos et al. 2019).

La **Tabla 14**. expone los resultados del análisis de correlación de Spearman entre la envergadura, el índice de masa corporal (IMC) y dos capacidades condicionales relevantes: la fuerza y la resistencia.

Tabla 14. Correlación Rho Spearman, entre envergadura, IMC y capacidades condicionales (fuerza, resistencia).

Correlación Spearman	Variable	Coefficiente de Correlación	Sig Colateral
Envergadura	IMC	,345**	<,001
	Fuerza	,182*	0,17
	Resistencia	,080	,298

*(Bilateral correlación significativa 0,05 ** (Bilateral) correlación significativa 0,01

Nota: Elaboración propia

La envergadura presentó una correlación positiva moderada con el IMC ($\rho = .345^{**}$, $p < .001$) lo que puede ser un indicador de que, a mayor envergadura mayor índice de masa corporal, esto puede relacionarse con un mayor desarrollo óseo y muscular del escolar. La correlación con la fuerza fue positiva débil ($\rho = .182^*$, $p = 0,17$) estos resultados pueden indicar que la envergadura puede ser un factor biomecánico que beneficie el desarrollo de la fuerza. Mientras que no se presentó una correlación significativa con la resistencia ($\rho = .080$, $p = .298$) lo que puede indicar que la envergadura no tiene una incidencia directa en el desempeño de la resistencia.

En el análisis de correlación de Spearman, únicamente la envergadura mostró una asociación positiva estadísticamente significativa con el IMC ($\rho = .345$, $p < .001$), lo que sugiere que, en esta muestra, mayores valores de envergadura tienden a asociarse con un mayor IMC. Las demás correlaciones evaluadas no fueron estadísticamente significativas ($p > .05$).

La **Tabla 15**. Resultados obtenidos de la prueba para la correlación de Spearman que se estableció entre el perímetro de cintura y las capacidades condicionales de velocidad, flexibilidad y resistencia con los escolares.

Tabla 15. Correlación Rho Spearman entre perímetro de cintura y capacidades condicionales (velocidad, flexibilidad, resistencia).

Correlación Spearman	Variable	Coefficiente de Correlación	Sig Colateral
Perímetro de Cintura	Velocidad	-,137	,074
	Flexibilidad	,046	,553
	Resistencia	-,249**	,001

***(Bilateral) correlación significativa 0,01*

Nota:

Elaboración

propia

El perímetro de cintura presentó una correlación positiva no significativa con la flexibilidad ($\rho = .046$, $p = .553$) esto puede indicar que el perímetro de cintura no tiene relación directa en el desempeño de la flexibilidad. Con la velocidad se observó una correlación negativa no significativa ($\rho = -.137$, $p = .074$) lo que puede ser un indicio de que a mayor perímetro de cintura menor es el desempeño de la velocidad. Por el contrario con la resistencia se observó una correlación negativa débil pero significativa ($\rho = -.249^{**}$, $p = .001$) lo que puede

representar que aun mayor perímetro de cintura se relaciona con un bajo desempeño cardiorrespiratorio.

La **Tabla 16** presenta el análisis de correlación de Spearman entre la fuerza y tres capacidades condicionales clave: la aceleración, la velocidad y el VO₂max.

Tabla 16. Correlación Rho Spearman entre la fuerza, la aceleración, la velocidad y el VO₂max.

Correlación Spearman	Variable	Coefficiente de Correlación	Sig Colateral
Fuerza	Aceleración	,564**	<,001
	Velocidad	,691**	<,001
	VO ₂ max	,546**	<,001

***(Bilateral) correlación significativa 0,01*

Nota: Elaboración propia

Se observó una correlación positiva fuerte y evidentemente significativa entre la fuerza, la aceleración ($rho,564^{**}$ $p < ,001$), la velocidad ($rho ,691^{**}$ $p < 001$) y la VO₂ max. ($rho ,546$ $p < ,001$), lo que representa que el desarrollo de la fuerza está relacionado directamente con un mejor desempeño de las tres capacidades (aceleración, velocidad, VO₂ max.)

5. Discusión

El objetivo general de este estudio fue analizar las características de la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice de longitud digital 2D:4D en los escolares de los grados sexto y séptimo de la Institución Educativa San Alberto Magno del municipio de San Alberto (Cesar), con el propósito de identificar posibles relaciones entre estas variables y su contribución para la detección de talentos deportivos en edad escolar. A partir de este objetivo, la discusión se orienta a contrastar los hallazgos del estudio con la evidencia científica existente, destacando similitudes, diferencias y correlaciones entre las variables evaluadas.

En cuanto al perfil sociodemográfico, la muestra estuvo compuesta por 172 escolares, de los cuales el 58,13% correspondió al sexo femenino y el 41,86% al masculino, con una media de edad de 12,04 años. La mayoría pertenecía a los estratos 1 y 2, reflejando condiciones socioeconómicas bajas que pueden influir directamente en el acceso a la práctica deportiva y en la calidad de la alimentación, factores determinantes en la composición corporal Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2015). Al comparar con estudios nacionales en contextos similares, como el de Prieto-Benavides et al., (2015), se observan patrones semejantes, donde el estrato socioeconómico es un predictor de menor participación en actividades físicas organizadas, lo que explica parcialmente los resultados bajos en condición física general de esta población.

El análisis de la composición corporal resulta fundamental para comprender el estado morfológico de los escolares y su posible relación con el rendimiento físico. En este estudio se evidenció que los valores de peso, talla y envergadura se encuentran dentro de los límites de referencia de la Organización Mundial de la Salud (2021), siendo ligeramente superiores en los varones, lo que es coherente con el proceso de crecimiento puberal. En términos de IMC, el 75,58% de los escolares se ubica en la categoría normal, mientras que un 13,95% presenta sobrepeso y un 1,16% obesidad, cifras comparables con las reportadas por la Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2015), que advierte una prevalencia de exceso de peso en más del 20% de la población adolescente colombiana. Estas diferencias por sexo y edad podrían reflejar la influencia del desarrollo biológico, En esta misma línea, (Ruiz et al., 2011), a partir del desarrollo de la batería ALPHA-Fitness, señalan que la evaluación

conjunta de variables antropométricas y capacidades condicionales permite obtener una visión más precisa del estado de salud y del nivel funcional en niños y adolescentes. Los autores destacan que indicadores como el IMC, la circunferencia de cintura, la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria muestran asociaciones consistentes con el riesgo cardiometabólico, lo que coincide con los hallazgos del presente estudio al evidenciar relaciones entre adiposidad, resistencia aeróbica y desempeño motor. De esta manera, los resultados observados en los escolares de San Alberto se alinean con la evidencia internacional que reconoce el valor de estas mediciones como herramientas de tamizaje temprano en contextos escolares.

En la población estudiada, los resultados muestran que el peso promedio se ubicó dentro de los rangos esperados para la edad, con diferencias leves entre participantes. Un comportamiento similar se observó en la talla y la envergadura, lo que sugiere un patrón de crecimiento general armónico y sin variaciones marcadas entre los grados evaluados. En cuanto al IMC, los valores medios se situaron en la categoría de normalidad; sin embargo, se identificaron casos de sobrepeso y obesidad según las tablas de referencia.

Este hallazgo es relevante, dado que un IMC elevado durante la adolescencia se asocia con mayor probabilidad de mantener el exceso de peso en etapas posteriores Haapala et al., (2016) y con un desempeño menos favorable en variables de aptitud física, como la capacidad cardiorrespiratoria y pruebas de fuerza y velocidad.

El IMC evidenció también que la mayoría de los escolares se homogeneizaban en los parámetros de normalidad; sin embargo, desde otra perspectiva, se observó un 12 % de sobrepeso y un 3 % de obesidad, lo cual representa un punto de alerta. Los perímetros de cintura, cadera y muslo mostraron diferencias por sexo: en los hombres predominaron valores mayores en el perímetro de brazo y pantorrilla, indicadores del desarrollo muscular, mientras que en las mujeres se observaron valores superiores en el perímetro de cadera, coherentes con los cambios fisiológicos propios de la pubertad.

Estos resultados son consistentes con lo planteado por Malina, (2007), quienes, en un estudio longitudinal sobre crecimiento y maduración física en adolescentes, evidenciaron que las diferencias morfológicas entre sexos se acentúan durante la pubertad por la influencia de

las hormonas sexuales (testosterona y estrógenos), las cuales determinan la mayor proporción de masa muscular en los varones y el incremento del tejido adiposo en las mujeres. Asimismo, los autores concluyen que tales diferencias son indicadores naturales del desarrollo biológico y deben considerarse al analizar la composición corporal infantil.

Se observaron correlaciones negativas significativas entre el índice 2D:4D y la fuerza explosiva ($\rho = -0,225$; $p = 0,003$), así como con la velocidad ($\rho = -0,177$; $p = 0,020$). Esto sugiere que los escolares con valores más bajos en este índice presentaron mejor rendimiento en actividades que demandan potencia y rapidez. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Ranson et al., (2015), quienes, en su estudio con adolescentes deportistas, encontraron que un índice 2D:4D más bajo se asociaba con mayor fuerza de prensión y mejores tiempos en pruebas de velocidad y salto vertical, lo que indica una posible relación entre la exposición prenatal a andrógenos y el desarrollo de fibras musculares rápidas. De este modo, la coincidencia radica en que, tanto en su investigación como en la presente, un menor valor del índice 2D:4D se relaciona con un mejor desempeño en pruebas anaeróbicas que implican potencia muscular y rapidez.

No obstante, las correlaciones del 2D:4D con las demás capacidades condicionales fueron débiles o inexistentes, lo que reafirma su carácter complementario y no determinante. Estudios como el de (Nobari et al., 2023). en futbolistas juveniles respaldan esta conclusión, indicando que el 2D:4D debe evaluarse en conjunto con pruebas antropométricas y funcionales para obtener una valoración más integral del potencial físico.

La evaluación de las correlaciones entre las variables antropométricas y condicionales permitió evidenciar relaciones relevantes: la envergadura se asoció positivamente con el IMC ($\rho = 0,345$; $p < 0,001$) y con la fuerza ($\rho = 0,182$; $p = 0,017$), lo que sugiere que un mayor desarrollo corporal puede favorecer el rendimiento en pruebas de potencia. Este hallazgo coincide con lo reportado por Ramos-Bermúdez et al., (2019), quienes realizaron un estudio transversal con un muestreo no probabilístico, los participantes fueron evaluados en diferentes capacidades condicionales, (velocidad, fuerza y resistencia), características antropométricas y el índice 2D:4D donde observaron que una mayor longitud de los segmentos corporales, especialmente de las extremidades superiores, se relaciona con un mejor desempeño en pruebas de salto y fuerza en adolescentes, debido a que proporciona una ventaja en amplitud

de movimiento generando así un mejor impulso durante acciones explosivas. Además, estos hallazgos resaltan la importancia de incluir aspectos morfológicos en la evaluación de desempeño físico en el contexto escolar, con el objetivo de identificar e individualizar las diferencias durante la etapa puberal.

A su vez, se observó una correlación negativa entre el perímetro de cintura y la resistencia cardiorrespiratoria ($\rho = -0,249$; $p = 0,001$), confirmando que un mayor acúmulo de grasa abdominal se asocia con un bajo rendimiento aeróbico. Este resultado es coherente con lo señalado por Palomino-Devia et al., (2017), quienes destacaron que la condición física de los escolares evaluados está altamente relacionada con el comportamiento de las variables antropométricas, los niveles de desarrollo de actividad física y las diferencias de género (masculino, femenino) y su maduración biológica, a su vez estos estudios respaldan que el rendimiento físico escolar depende de la buena relación entre factores morfológicos, funcionales y comportamentales. Lo anterior confirma la importancia de incluir una evaluación multi dimensional De forma complementaria (Ruiz et al., 2011) plantean que la condición física durante la infancia y la adolescencia constituye un potente marcador de salud presente y futura, incluso más informativo que otros indicadores tradicionales como el nivel de actividad física autor reportado. Según estos autores, los jóvenes con mayores niveles de aptitud cardiorrespiratoria y fuerza muscular presentan perfiles metabólicos más favorables y menor probabilidad de desarrollar factores de riesgo cardiovascular. Este planteamiento refuerza la pertinencia del enfoque adoptado en el presente estudio, al integrar composición corporal, capacidades condicionales e índice 2D:4D como un conjunto de variables que permiten caracterizar de manera más completa el potencial físico y funcional de los escolares.

Estas relaciones fueron más evidentes en los varones de 13 años, quienes presentaron los valores más altos en fuerza y velocidad, mientras que las mujeres destacaron en flexibilidad, lo que coincide con los patrones de desarrollo y maduración biológica descritos por (Malina, (2007); Llagjeviq-Govori et al., 2024; Aldas-Manzano, 2023), donde las diferencias hormonales propias de la pubertad explican la ventaja relativa masculina en potencia y femenina en movilidad articular.

En síntesis, los resultados muestran un perfil físico equilibrado con predominio de valores medios en la mayoría de capacidades, pero con debilidades en la resistencia aeróbica y la flexibilidad, que deben ser abordadas mediante intervenciones pedagógicas estructuradas, como programas de acondicionamiento físico progresivo, rutinas de movilidad articular, sesiones de estiramiento asistido y actividades aeróbicas recreativas planificadas.

Estas estrategias son necesarias porque permiten mejorar la capacidad cardiorrespiratoria, prevenir lesiones musculares y fomentar hábitos de actividad física sostenibles, contribuyendo al desarrollo integral del estudiante y al cumplimiento de los objetivos curriculares de la educación física. Finalmente, se debe señalar que el diseño transversal de este estudio impide establecer relaciones de causalidad entre las variables analizadas. Sin embargo, los hallazgos constituyen una línea base relevante para futuras investigaciones y para la formulación de programas escolares enfocados en la promoción de la actividad física, el control nutricional y la detección temprana del talento deportivo.

Conjuntamente, los resultados obtenidos muestran una clara tendencia general de los escolares hacia valores medios en la mayoría de las capacidades físicas, siendo particularmente fuertes en la fuerza explosiva y velocidad, siendo limitados en la resistencia aeróbica y flexibilidad. Todo esto permite empezar a comprender el perfil morfofuncional de las y los escolares desde una óptica integradora en la que confluyen tanto los factores biológicos propios del desarrollo puberal, así como las condiciones socioculturales del medio escolar, tal y como lo plantea Weineck, (2005) en relación con la forma en que el contexto afecta a la conformación de la forma física de la infancia y la adolescencia.

El hallazgo de correlaciones de gran tamaño entre el índice 2D:4D, fuerza y velocidad constituye un elemento innovador dentro de la comprensión del potencial motor, ya que un menor valor del índice 2D:4D se asocia a un mejor rendimiento en las evaluaciones de carácter anaeróbico, hecho que contrasta con los hallazgos de Ranson et al., (2015) dado que una condición de bajo índice 2D:4D va en paralelo a una mayor proporción de fibras musculares rápidas, las cuales, a su vez, pueden estar relacionadas con una mayor inclinación hacia las actividades que requieran de una elevada potencia y rapidez. En esta línea, los resultados incidieron en la justificación del índice 2D:4D como un marcador coexistente para la detección del talento deportivo en etapas tempranas, considerando que, tal y como

proponen Malina, (2007), los rasgos hormonales son los responsables de la diferenciación de los sexos para la función.

La relación positiva entre la envergadura y la fuerza muscular, la relación negativa entre perímetro de cintura y la resistencia cardiorrespiratoria, muestra como un desarrollo morfológico adaptativo será un aspecto a tener en cuenta para optimizar el rendimiento motor. Según indican Ramos-Bermúdez et al., (2019), la proporción del cuerpo y la repartición del tejido adiposo son determinantes del rendimiento físico en adolescencia, por tanto, controlar este tipo de variables en la práctica de actividad física en el entorno escolar implica asumir estrategias preventivas y pedagógicas cuando se aborde la asignatura de educación física.

En un contexto escolar donde los recursos deportivos son limitados, como en el caso de la Institución Educativa San Alberto Magno, los hallazgos que hemos verificado tienen un valor formativo particular, ya que van a permitir dirigir sensibilizaciones pedagógicas divergentes, potenciar la educación física y diseñar estrategias para mejorar la resistencia y la flexibilidad de los escolares, siguiendo metodologías lúdicas y progresivas tal y como indican Harre, D. (1987) para un desarrollo físico integral en edades sensibles.

Finalmente, la evidencia obtenida da soporte a la necesidad de crear sistemas de seguimiento antropométrico y funcional en las instituciones educativas rurales, no solamente con el objetivo de diagnosticar, sino también para detectar el talento deportivo local y orientarlo. De esta manera, la articulación entre la evaluación física, la pedagogía y la promoción de la salud contribuye a la formación integral del estudiante, convirtiendo a la educación física en un elemento básico del desarrollo humano y comunitario.

6. Conclusiones

Esta investigación permitió caracterizar de forma integral la composición corporal, las capacidades condicionales y el índice de longitud digital (2D:4D) de escolares de nivel

educativo sexto y séptimo grado (Institución Educativa San Alberto Magno), constituyendo un aporte relevante para la comprensión del desarrollo físico de la adolescencia temprana y para la orientación de estrategias pedagógicas y del desarrollo del talento deportivo en el contexto escolar.

De acuerdo a los datos sociodemográfico y las prácticas físico-deportivas de la muestra; se encontró que los escolares se caracterizan, en su mayoría, por unos hábitos de actividad física intermitentes y por una mayor participación de los hombres en actividades deportivas organizadas mientras que las mujeres tienden más a participar en prácticas recreativas no estructuradas. Este patrón pone de manifiesto la necesidad de que la educación física favorezca la participación equilibrada, garantizando que los escolares reciban estímulos adecuados para el desarrollo de sus capacidades motoras y sociales. Se señala también que la franja de edad que va de los 11 a los 13 años es el periodo crítico de fortaleza de las habilidades motoras y de adquisición de hábitos saludables permanentes, es decir, la escuela se convierte en el lugar clave donde puede influirse en el proceso de formación integral del escolar.

La caracterización morfológica arrojó que la mayoría de los escolares se encuentra dentro de los valores de peso y altura según los puntos de corte de la Organización Mundial de la Salud., (2021), existiendo un 12 % de sobrepeso y un 3 % de obesidad, lo que constituye un punto de partida para la intervención en la alimentación y la actividad física. Se aprecian diferencias por el sexo con los hombres obteniendo mayores perímetros de brazo y de pantorrilla, lo que da cuenta de un desarrollo muscular más acusado; por el contrario, las mujeres obtuvieron mayores perímetros de cadera, en consonancia con los cambios fisiológicos y hormonales que aparecen en pubertad. Estas diferencias se encuentran alineadas con lo que ofrecen Malina, (2007) y Weineck, (2005), quienes consideran que el proceso de maduración biológica durante la adolescencia se traduce en diferencias en la composición corporal y en las capacidades físicas entre hombres y mujeres.

Existe una relación directa entre la fuerza y el alcance. Esto podría deducir que a mayor desarrollo estructural y muscular lleguen a una mayor puntuación en las pruebas de fuerza. En cambio, el perímetro de cintura se relaciona negativamente con la resistencia cardiorrespiratoria, lo que sugiere que una mayor acumulación de tejido adiposo en la zona

abdominal iría en detrimento de la capacidad aeróbica. En suma, estos resultados corroboran el estrecho vínculo entre composición corporal y rendimiento funcional, y destacan la importancia de llevar a cabo evaluaciones antropométricas de forma periódica en el entorno escolar con el objetivo de poder detectar de forma precoz los riesgos del sobrepeso, la obesidad o el sedentarismo.

Con respecto a las capacidades condicionales, los resultados mostraron valores medios equilibrados en explosividad, velocidad y aceleración con una ligera superioridad de los hombres en relación con las mujeres. En cambio, las alumnas mostraron cifras semejantes en flexibilidad lo que permite afirmar que se produce un equilibrio en el desarrollo entre varones y mujeres. En términos generales, se observó que el grupo de alumnos presentaba un rendimiento cardiorrespiratorio que puede ser calificado como de nivel medio lo que hace necesaria la puesta en marcha de estrategias pedagógicas que permitan trabajar la resistencia aeróbica mediante metodologías activas, juegos cooperativos y actividades rítmicas sostenidas orientadas a incrementar la capacidad pulmonar o eficiencia cardiovascular. Estas estrategias pedagógicas no solo permitirían mejorar la condición física general de los alumnos/as, sino también mejorar su bienestar, consolidar hábitos de vida saludables a corto y largo plazo.

En lo que se refiere al índice de longitud digital (2D:4D), se encontraron correlaciones negativas significativas con la fuerza y la velocidad, sugiriendo que los estudiantes con valores más bajos en 2D:4D tuvieron una mejor performance en actividades que requieren potencia y rapidez. Este dato es congruente con el planteamiento de Ranson et al., (2015), quienes muestran cómo un índice de 2D:4D pequeño es sinónimo de una prevalencia de fibras musculares rápidas y una mayor capacidad de finalización en test anaeróbicos. En esta línea, el 2D:4D se convierte en un marcador biológico complementario que puede ser utilizado en el ámbito escolar para la detección temprana del talento deportivo al permitir identificar indicios de predisposición hacia actividades que requieren fuerza explosiva o velocidad y facilitar procesos de orientación y desarrollo deportivo adecuados a las características individuales del estudiante.

En resumen, los resultados reflejan un perfil físico equilibrado de la población escolar, se destaca la fuerza y velocidad, debilidades en la resistencia aeróbica y flexibilidad, las

cuales deben ser atendidas mediante programas pedagógicos estructurados, que implementen la actividad física de forma sistemática, con estímulos progresivos de las capacidades condicionales y promoviendo el fortalecimiento de hábitos saludables desde la educación básica. Por otra parte, los resultados también confirman la importancia de la introducción de la evaluación antropométrica y funcional como herramientas de evaluación permanente en el currículo escolar, lo que permite dar seguimiento al desarrollo individual y, a la vez, ofrecer elementos objetivos para el desarrollo del talento deportivo a una edad temprana.

Por último, la indagación enfatiza el papel del contexto de la educación física para llevar a cabo una detección y una estimulación del potencial físico y deportivo en la infancia y la adolescencia. Aprovechar variables como la composición corporal, las capacidades condicionales o el índice 2D:4D propicia una visión multidimensional del desarrollo que va más allá de la pura evaluación del rendimiento y se orienta hacia una formación integral del alumnado. Ejecutar estas valoraciones a lo largo del tiempo y en centros educativos de áreas rurales como el de San Alberto favorecerá un fortalecimiento de la educación física y del bienestar de los escolares a la vez que permitirá detectar y acompañar un talento deportivo local, favoreciendo así la equidad en el acceso a oportunidades de desarrollo físico y social.

7. Recomendaciones

A partir de los hallazgos obtenidos se recomienda la de un programa integral y permanente de educación física que potencie las capacidades físicas condicionales y controle la composición corporal en escolares hallados con valores fuera de la normalidad. Dicho programa debe estructurarse para que las sesiones respondan a la variabilidad observada en resistencia aeróbica, fuerza explosiva, velocidad, aceleración y flexibilidad, promoviendo la

participación equitativa de los escolares y asegurando una progresión adecuada de la carga física según la edad y el nivel de desarrollo biológico.

Para los estudiantes con menor condición cardiorrespiratoria se recomienda la inclusión de circuitos de baja a moderada intensidad que fortalezcan la resistencia aeróbica y la salud cardiovascular; mientras que en los que tienen desempeños superiores se deben fortalecer actividades y entrenamientos diferenciados que inciten la potencia, la coordinación y la técnica, con el fin de potenciar su capacidad competitiva y canalizar el desarrollo de su talento deportivo.

Por este motivo, se propone la incorporación obligatoria de rutinas de estiramiento dinámico y estático al principio y final de cada clase, además de promover actividades extraescolares como yoga, gimnasia básica o pilates adaptado a la edad escolar, para el logro de los objetivos de mejorar el rango de movimiento, prevenir lesiones musculares y aumentar la conciencia del cuerpo, ya que la combinación de la práctica y la educación del cuerpo permitirá la generación de bienestar y la formación integral del sujeto que resulta del cumplimiento de los objetivos de la educación física.

Asimismo, se recomienda instaurar un sistema de control antropométrico y funcional en un régimen semestral (p.ej., peso, talla, envergadura, IMC, perímetros en cintura, cadera, muslo, pantorrilla) que permita detectar precozmente alteraciones en el crecimiento o las tendencias hacia el sobrepeso y la obesidad, y como referencia objetiva para la planificación de intervenciones en salud escolar y educación física. De igual modo se recomienda que el índice 2D:4D se mantenga como un indicador complementario de la detección de talento deportivo, pero integrándolo en valoraciones sistemáticas junto a pruebas de fuerza, de velocidad y de resistencia, de modo que se integren los perfiles con mayor incidencia hacia determinadas prácticas deportivas, siempre con un enfoque educativo; no sinérgico ni excluyente.

La investigación evidencia también la necesidad de fortalecer la educación nutricional a través de la creación de espacios pedagógicos para llevar a cabo prácticas educativas en compañía de profesionales de la nutrición, docentes y familias con el objetivo de promover prácticas relacionadas con la alimentación equilibrada, el control de porciones y la reducción

del consumo de alimentos ultra procesados. La interacción entre alimentación adecuada y actividad física regular ayudará a optimizar los procesos de crecimiento y el desempeño motor de los estudiantes.

También, se propone asegurar que el personal docente reciba formación continua en cuanto a la evaluación antropométrica, la toma de cargas, la planificación del entrenamiento e incluso, las estrategias de enseñanza activas que fomenten la implicación y motivación, de tal forma que tal capacitación haga posible que se garantice que la calidad de los procesos formativos sea adecuada, así como la correcta aplicación de las pruebas físicas y la buena interpretación de los resultados, al tiempo que se sugiere trabajar la interdisciplinariedad con docentes de otras áreas o incluso con los propios coordinadores de la institución, de modo que la educación física sea vehiculizada como un eje transversal en la promoción de la salud, la prevención del sedentarismo y la orientación de los talentos deportivos que surgen desde la escuela.

Finalmente, se propone a la instancia que consolide los proyectos extracurriculares, como los clubes escolares en las disciplinas de atletismo, fútbol, baloncesto y voleibol, como una manera que permita a los estudiantes la ampliación de la práctica deportiva en espacios fuera de la educación formal, de tal manera que la práctica y mejora de las capacidades condicionales permita construir el trabajo grupal como una variable vinculada al proceso de detección de los jóvenes que puedan tener la orientación y el acompañamiento en la práctica de deportes que determinen el necesidad de una práctica deportiva.

Referencias Bibliográficas

- Aldas-Manzano, S. D., & Fernández-Soto, G. (2023). Evaluación antropométrica y hábitos alimentarios en niños escolares con desnutrición. *MQRInvestigar*, 7(3), 1409–1424. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.7.3.2023.1409-1424>

- Altmann, S., Ringhof, S., Neumann, R., Woll, A., & Rumpf, M. C. (2019). *Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review*. PLoS ONE, 14(8), e0220982. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220982>
- Alvarez-Rey, N. E., Amador-Ariza, M. A., Sierra-Castrillo, J., & Camacho-López, P. A. (2023). Composición corporal, aptitud física y entrenamiento físico en escolares de un colegio público. *Revista de Salud Pública*, 25(4), 1–7. <https://doi.org/10.15446/rsap.v25n4.99605>
- American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* | American College of Sports Medicine | Wolters Kluwer. <https://www.wolterskluwer.com/en/know/acsm/guidelines-for-exercise-testing-and-prescription>
- Association, W. M. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 310(20), 2191–2194. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2013.281053>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, Carlo. (2019). *Periodization: theory and methodology of training*. 381.
- Cárdenaz, M. V. C., & Palchisaca, Z. G. T. (2023). Nivel de actividad física y su relación con la satisfacción corporal e índice de masa corporal en adolescentes. *AlfaPublicaciones*, 5(4.1), 98–117. <https://doi.org/10.33262/ap.v5i4.1.429>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, 16 de julio). *Evidence-based strategies for school nutrition and physical activity*. <https://www.cdc.gov/assessing-improving-school-health/nutrition-pa/index.html>
- Chacón-Cuberos, R., Zurita-Ortega, F., Ramírez-Granizo, I., & Castro-Sánchez, M. (2020). *Physical activity and academic performance in children and preadolescents: A systematic review*. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 139, 1–9. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/1\).139.01](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/1).139.01)
- Council of Europe. (1988). *Eurofit: Handbook for the EUROFIT tests of physical fitness*. Council of Europe Publishing. <https://rm.coe.int/09000016809b5a02>

- Delaney, J. A., Cummins, C. J., Thornton, H. R., & Duthie, G. M. (2018). Importance, reliability, and usefulness of acceleration measures in team sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3485–3493. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001849>
- Disterhaupt, J. W., Fitzgerald, J. S., Rhoades, J. L., & Tomkinson, G. R. (2022). The relationship between the digit ratio (2D:4D) and vertical jump performance in young athletes. *American Journal of Human Biology*, 34(3), e23679. <https://doi.org/10.1002/AJHB.23679>;ISSUE:ISSUE:DOI
- Eberhardt, T., Niessner, C., Oriwol, D., Buchal, L., Worth, A., & Bös, K. (2020). Secular Trends in Physical Fitness of Children and Adolescents: A Review of Large-Scale Epidemiological Studies Published after 2006. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020, Vol. 17, Page 5671, 17(16), 5671. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17165671>
- Eklund, E., Andersson, M., Janson, S., & Timmons, J. A. (2020). Digit ratio (2D:4D) and physical performance in female Olympic athletes. *Frontiers in Endocrinology*, 11, 292. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00292>
- Galan-Lopez, P., Domínguez, R., Pihu, M., Gísladóttir, T., Sánchez-Oliver, A. J., & Ries, F. (2019). Evaluation of Physical Fitness, Body Composition, and Adherence to Mediterranean Diet in Adolescents from Estonia: The AdolesHealth Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019, Vol. 16, Page 4479, 16(22), 4479. <https://doi.org/10.3390/IJERPH16224479>
- García Marso, J. M. (2007). *La fuerza: fundamento para el rendimiento deportivo*. Editorial Gymnos.
- Gautam, N., Dessie, G., Rahman, M. M., & Khanam, R. (2023). Socioeconomic status and health behavior in children and adolescents: a systematic literature review. *Frontiers in Public Health*, 11, 1228632. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2023.1228632>

- González, R. I. G., González, R. I. G., & Rodríguez, I. N. M. (2025). Impacto de la Actividad Física en el Estrés Académico en Estudiantes Universitarios. *Polo Del Conocimiento*, 10(5), 1098–1116. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i5.9495>
- Gower, B., Russell, M., Tomkinson, J. M., Peterson, S. J., Klug, M. G., & Tomkinson, G. R. (2025). The Relationship Between Digit Ratio (2D:4D) and Aspects of Cardiorespiratory Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Council*, 37(4). <https://doi.org/10.1002/AJHB.70040>
- Gustavo Tovar Mojica, J. G. P. (2008). *Sobrepeso, inactividad física y baja condición física en un colegio de Bogotá, Colombia*. https://ve.scielo.org/scielo.php?lng=es&nrm=iso&pid=S0004-06222008000300008&script=sci_arttext&tlng=es
- Haapala, E. A., Väistö, J., Lintu, N., Tompuri, T., Brage, S., Westgate, K., Ekelund, U., Lampinen, E. K., Sääkslahti, A., Lindi, V., & Lakka, T. A. (2016). Adiposity, physical activity and neuromuscular performance in children. *Journal of Sports Sciences*, 34(18), 1699–1706. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1134805>,
- Harre, D. (1987). *Teoría del entrenamiento deportivo*. Editorial Stadium.
- Haugen, T., & Buchheit, M. (2016). *Sprint running performance monitoring: Methodological and practical considerations*. *Sports Medicine*, 46(5), 641–656. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26660758/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. D. P. (2014). Metodología de la investigación. *Metodología de La Investigación*, 91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008&info=resumen&idioma=SPA>
- Hönekopp, J., & Schuster, M. (2010). *A meta-analysis on digit ratio (2D:4D) and athletic performance: relationships across multiple physical fitness outcomes*. *Personality and Individual Differences*, 48(1), 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.08.009>

- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2015). *Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN) 2015*. <https://www.icbf.gov.co/nutricion/ensin-encuesta-nacional-de-situacion-nutricional>
- J. Hans de Ridder, H., Carter, J. E. L., & Ross, W. D. (2001). *International standards for anthropometric assessment*. ISAK. <https://www.isak.global/>
- Jiménez-Pavón, D., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Chillón, P., Castillo, R., Artero, E. G., Martínez-Gómez, D., Vicente-Rodríguez, G., Rey-López, J. P., Gracia, L. A., Noriega, M. J., Moreno, L. A., & González-Gross, M. (2010). *Influence of socioeconomic factors on fitness and fatness in Spanish adolescents: The AVENA study*. *International Journal of Pediatric Obesity*, 5(6), 467–473. <https://doi.org/10.3109/17477160903576093>
- 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>
- Leitão, R., Rodrigues, L. P., Neves, L., & Carvalho, G. S. (2011). Changes in adiposity status from childhood to adolescence: A 6-year longitudinal study in Portuguese boys and girls. *Annals of Human Biology*, 38(4), 520–528. <https://doi.org/10.3109/03014460.2011.571220>
- López, S. M. S., Díaz, J. S. M., Arenas, L. H. G., Delgado, J. C. S., & Caballero, L. G. R. (2020). Actividad física, composición corporal y capacidad músculo-esquelética en adolescentes escolarizados de Floridablanca, Colombia. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 39(1). <https://revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/297>
- Lutchmaya, S., Baron-Cohen, S., Raggatt, P., Knickmeyer, R., & Manning, J. T. (2004). 2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol. *Early Human Development*, 77(1–2), 23–28. <https://doi.org/10.1016/J.EARLHUMDEV.2003.12.002>.
- Llagjeviq-Govori, A., Gontarev, S., Saiti, A., Novacevska, S., Karsakovska, J., & Nedelkovski, V. (2025). Association between body mass index, muscle-to-fat ratio, and handgrip

- strength-to-BMI ratio with physical fitness in children from North Macedonia. *Nutrición Hospitalaria*, 42(1), 26–32. <https://doi.org/10.20960/nh.05417>
- Malina, R. M. (2007). Body Composition in Athletes: Assessment and Estimated Fatness. *Clinics in Sports Medicine*, 26(1), 37–68. <https://doi.org/10.1016/J.CSM.2006.11.004>,
- Manning, J. T., & Hill, M. R. (2009). Digit ratio (2D:4D) and sprinting speed in boys. *American Journal of Human Biology*, 21(2), 210–213. <https://doi.org/10.1002/AJHB.20855>
- Martínez-Peláez, R., Escobar, M. A., Félix, V. G., Ostos, R., Parra-Michel, J., García, V., & Mena, L. J. (2024). Sustainable digital transformation for SMEs: A comprehensive framework for informed decision-making. *Sustainability*, 16(11), 4447. <https://doi.org/10.3390/su16114447>
- Mears, R., & Jago, R. (2016). Effectiveness of after-school interventions at increasing moderate-to-vigorous physical activity levels in 5- to 18-year-olds: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(21), 1315–1324. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2015-094976>
- Ministerio de Educación Nacional. (2010). *Orientaciones pedagógicas para la educación física, recreación y deporte: Documento No. 15*. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-340033_archivo_pdf_Orientaciones_EduFisica_Rec_Deporte.pdf
- Ministerio de Salud (República de Colombia). (1993). *Resolución No. 8430 de 1993: Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/de/dij/resolucion-8430-de-1993.pdf>
- Nobari, H., Eken, Ö., Prieto-González, P., Oliveira, R., Brito, J. P., & de la Vega, R. (2023). Association between 2D:4D ratios and sprinting, change of direction ability, aerobic fitness, and cumulative workloads in elite youth soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15, Article 45. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00654-y>

- OCDE. (2023). *Perspectivas de las pymes en América Latina 2023*. <https://www.oecd.org/latin-america/pymes-2023.htm>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Directrices de La OMS Sobre Actividad Física y Comportamientos Sedentarios*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK581973/>
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). *Actividad física - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*. <https://www.paho.org/es/temas/actividad-fisica>
- Palomino-Devia, C., González-Jurado, J. A., & Ramos-Parraci, C. A. (2017). Composición corporal y condición física de escolares colombianos de educación secundaria y media de Ibagué. *Biomédica*, 37(3), 408–415. <https://doi.org/10.7705/BIOMEDICA.V37I3.3455>
- Pasanen, B. E., Tomkinson, J. M., Dufner, T. J., Park, C. W., Fitzgerald, J. S., & Tomkinson, G. R. (2022). The relationship between digit ratio (2D:4D) and muscular fitness: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Human Biology*, 34(3), e23657. <https://doi.org/10.1002/AJHB.23657>
- Pate, R. R., Wang, C. Y., Dowda, M., Farrell, S. W., & O'Neill, J. R. (2006). Cardiorespiratory Fitness Levels Among US Youth 12 to 19 Years of Age: Findings From the 1999-2002 National Health and Nutrition Examination Survey. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 160(10), 1005–1012. <https://doi.org/10.1001/ARCHPEDI.160.10.1005>
- Prieto-Benavides, D., González-Rivas, J. P., & Ramírez-Vélez, R. (2015). *Relación entre actividad física, tiempo frente a pantallas y condición física en escolares colombianos: Resultados de FUPRECOL*. *Revista de Salud y Rendimiento Humano*, 5(1), 18–29.
- Prieto-Benavides, D. H., Correa-Bautista, J. E., & Ramírez-Vélez, R. (2015). (Physical activity levels, physical fitness and scree time among children and adolescents from bogotá, Colombia). *Nutricion Hospitalaria*, 32(5), 2184–2192. <https://doi.org/10.3109/17477160903576093>
- Ramos-Bermúdez, S., García-García, A. M., & Alzate-Salazar, D. A. (2019). Índice 2d:4d en la detección e identificación de talentos para el atletismo. *Revista Impetus*, 13(2), 13–24. <https://doi.org/10.22579/20114680.506>

- Ranson, R., Stratton, G., & Taylor, S. R. (2015). Digit ratio (2D:4D) and physical fitness (Eurofit test battery) in school children. *Early Human Development, 91*(5), 327–331. <https://doi.org/10.1016/J.EARLHUMDEV.2015.03.005>
- Review, M., Wathen, D., Editor, C., Plisk, S., Performance, V. S., Cycle, M., Training, S., Female, T., & Triad, A. (2007). *Book Review. 29*(3), 84–85.
- Ruiz, J. R., Esparta-Romero, V., Castro-Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M., Jiménez-Pavón, D., Chillón, P., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., & Sjöström, M. (2011). *Field-based fitness assessment in young people: The ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents*. *Nutrición Hospitalaria, 26*(6), 1210–1214. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000600003&utm
- Rumpf, M. C., Cronin, J. B., Oliver, J. L., & Hughes, M. (2011). Assessing Youth Sprint Ability—Methodological Issues, Reliability and Performance Data. *Pediatric Exercise Science, 23*(4), 442–467. <https://doi.org/10.1123/PES.23.4.442>
- Sallis, J. F., Bull, F., Guthold, R., Heath, G. W., Inoue, S., Kelly, P., Oyeyemi, A. L., Perez, L. G., Richards, J., & Hallal, P. C. (2016). *Progress in physical activity over the Olympic quadrennium*. *The Lancet, 388*(10051), 1325–1336. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30581-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30581-5)
- Sarmiento, O. L., Rubio, M. A., King, A. C., Serrano, N., Hino, A. A. F., Hunter, R. F., Aguilar-Farias, N., Parra, D. C., Salvo, D., Jáuregui, A., Lee, R. E., & Kohl, B. (2021). Built environment in programs to promote physical activity among Latino children and youth living in the United States and in Latin America. *Obesity Reviews, 22*(S3), e13236. <https://doi.org/10.1111/OBR.13236>
- Schilling, R., Schmidt, S. C. E., Schlag, E., Niessner, C., Woll, A., & Fiedler, J. (2025). Body Composition and Its Correlates in Children and Adolescents Living in Germany: A Cross-Sectional Study. *European Journal of Sport Science, 25*(11), e70066. <https://doi.org/10.1002/EJSC.70066>

- Shrewsbury, V., & Wardle, J. (2008). Socioeconomic status and adiposity in childhood: A systematic review of cross-sectional studies 1990-2005. *Obesity*, *16*(2), 275–284. <https://doi.org/10.1038/OBY.2007.35>
- Silva, R. M., Clemente, F. M., González-Fernández, F., Nobari, H., Haghghi, H., & Cancela Carral, J. M. (2022). Does maturity estimation, 2D:4D and training load measures explain physical fitness changes of youth football players? *BMC Pediatrics*, *22*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/S12887-022-03801-5>
- Swiderska, K., Roe, D., Siegele, L., & Grieg-Gran, M. (2008). The Governance of Nature and the Nature of Governance: Policy that Works for Biodiversity and Livelihoods. *Biodiversity and Livelihoods Issue Paper*, 173. <https://archive.org/details/growthmaturation0000mali>
- Tallroth, K., Kettunen, J. A., & Kujala, U. M. (2013). Reproducibility of Regional DEXA Examinations of Abdominal Fat and Lean Tissue. *Obesity Facts*, *6*(2), 203. <https://doi.org/10.1159/000348238>
- Telama, R., Yang, X., Viikari, J., Välimäki, I., Wanne, O., & Raitakari, O. (2005). Physical activity from childhood to adulthood: A 21-year tracking study. *American Journal of Preventive Medicine*, *28*(3), 267–273. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.12.003>
- Telford, R. D., Telford, R. M., Cochrane, T., Cunningham, R. B., Olive, L. S., & Abhayaratna, W. P. (2016). *The influence of muscle strength and body composition on functional performance in adolescents: A longitudinal study*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *19*(10), 824–829. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26111721>
- Trivers, R., Manning, J., & Jacobson, A. (2006). A longitudinal study of digit ratio (2D:4D) and other finger ratios in Jamaican children. *Hormones and Behavior*, *49*(2), 150–156. <https://doi.org/10.1016/J.YHBEH.2005.05.023>
- United Nations. (2018). *The Sustainable Development Goals Report 2018*. United Nations. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2018/>

- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total: Bases científicas, metodológicas y prácticas del entrenamiento deportivo* (3.^a ed.). Paidotribo.
<https://books.google.com.co/books?id=blGKlpVmNrcC>
- Wells, K. F., & Dillon, E. K. (1952). The sit and reach—a test of back and leg flexibility. *Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 23(1), 115–118. <https://doi.org/10.1080/10671188.1952.10761965>
- WHO. (2011). Waist Circumference and Waist–Hip Ratio. *WHO Expert*, 64(1), 2–5.
<http://www.nature.com/doifinder/10.1038/ejcn.2009.139>
- World Health Organization. (2007). *WHO reference 2007 for 5–19 years: Growth reference data for 5–19 years*. World Health Organization.
<https://www.who.int/tools/growth-reference-data-for-5to19-years>

Apéndice

Apéndice A: *Consentimiento Informado*



Universidad Industrial de Santander
Comité de Ética Investigación Científica
Consentimiento Informado Para Padres de Familia o Tutor



Estimados padres de familia o tutores, reciban un cordial saludo. Les extendemos una invitación para que su hijo o hija participe en la investigación cuyo propósito es determinar las características de la composición corporal, las capacidades condicionales, y el índice de longitud digital de los escolares de los grados sexto y séptimo de la INESAM (Institución Educativa San Alberto Magno) del municipio de San Alberto (Cesar).

Esta investigación y los datos de los participantes serán tratados conforme a la Ley Estatutaria 1581 de 2012, la Resolución 8430 de 1993 y normas relacionadas. Así mismo, este estudio se encuentra avalado por el Comité de Ética en Investigación Científica (CEINCI) de la Universidad Industrial de Santander, que ha revisado y aprobado su ejecución conforme a las normativas éticas vigentes. Además, los datos personales recopilados se manejarán de forma confidencial y se almacenarán en dispositivos protegidos con contraseñas y tecnologías de seguridad. Solo el investigador principal y el equipo autorizado tendrán acceso a esta información.

Título del estudio:

Composición Corporal, Capacidades Condicionales y Longitud Digital Índice y Anular en Escolares de San Alberto Cesar.

Justificación:

La investigación propuesta se fundamenta en la evaluación de la composición corporal, las capacidades condicionales y la longitud digital índice y anular en escolares de San Alberto Cesar, ya que puede proporcionar información valiosa para la planificación y la ejecución de programas de educación física y deporte en el contexto municipal. La evaluación de la composición corporal y las capacidades condicionales es importante para identificar factores de



riesgo para la salud, el bienestar de los escolares y la longitud digital índice y anular puede ser un factor determinante del talento deportivo en edades tempranas.

Métodos de estudio:

Se espera que los estudiantes participen de manera activa y consciente a lo largo de todo el protocolo de la investigación. Esta se desarrollará en dos sesiones, que se llevarán a cabo durante la clase de Educación Física, con una duración aproximada de dos horas para completar toda la logística correspondiente.

En la primera sesión, se realizarán las mediciones antropométricas, que incluyen la talla, el peso, la talla sentado, la envergadura, y los perímetros del brazo, cintura, cadera, muslo y pantorrilla, siguiendo los protocolos establecidos para cada medición. El objetivo es obtener una comprensión detallada de la estructura corporal de cada estudiante. Los instrumentos que se utilizarán incluyen una báscula, un tallímetro y una cinta métrica.

Posteriormente se evaluará el Índice de longitud digital: esta evaluación funcional tiene como objetivo determinar la longitud digital 2D-4D que implica la longitud de los dedos índice 2D y anular 4D de la mano derecha e izquierda estos resultados se han asociado a con diversas características biológicas y comportamentales, para esta prueba el estudiante a evaluar debe estar ubicado en una posición adecuada y cómoda, los dedos deben estar completamente extendidos y sin ningún tipo de presión, para su ejecución se requiere de un calibrador digital (marca TRUPER), el cual será colocado en la base del dedo hasta el final de la falange (hueso) y su resultado será tomado en milímetros.

Y por último se aplicará el test Sit and Reach (Test de Flexión en Banco) en el que se mide la flexibilidad de la parte baja de la espalda y los isquiotibiales. El estudiante se ubica sentado en el piso con las piernas completamente extendidas contra el banco (elaborado de madera, con cinta métrica y un listón que se desplaza para determinar la distancia alcanzada) procede a inclinarse hacia adelante lo más lejano posible, conservando sus rodillas extendidas y logrando mantener la postura durante 2 segundos, la distancia alcanzada se determina hasta la parte distal de las falanges de las manos y su resultado se registra en centímetros.





En la segunda sesión, las evaluaciones se organizarán de acuerdo con el gasto energético. Se iniciará con la prueba de fuerza a través del salto de longitud que tiene como objetivo evaluar la fuerza explosiva de los participantes; para su ejecución se hace necesario una superficie plana, se ubica una cinta métrica (marca GMD) en el piso y se marca una línea como punto de partida para que el estudiante realice su prueba, al recibir la señal debe saltar hacia adelante limitando la toma de impulso y el movimiento de sus brazos, la distancia será tomada desde la línea de salida hasta el punto en que aterriza y se toma como referencia el talón más cercano al punto de inicio, el resultado será registrado en centímetros.

En segundo lugar, se aplicará la prueba de velocidad, esta condición física se evalúa a través del test de 30 y 40 metros, prueba estándar para evaluar la velocidad máxima en una corta distancia. En línea recta se ubican los conos distribuidos cada 5 metros, se traza una línea perpendicular al cono de la mitad, donde se ubica el trípode con el teléfono de (marca IPHONE) para registrar el sprint. El evaluado al escuchar el pitazo debe recorrer la distancia a la mayor velocidad posible, el resultado lo arroja la aplicación.

Finalmente, se realizará el test de *Course Navette*, que tiene como objetivo evaluar la capacidad aeróbica o resistencia cardiovascular de los estudiantes. Se mide la capacidad del VO2 Max durante un periodo de esfuerzo físico. Para su ejecución se necesita un área de 20 metros (cancha de microfútbol) entre dos líneas paralelas, el estudiante debe correr de una línea a otra siguiendo el ritmo indicado por el evaluador que aumenta de manera progresiva en velocidad, el test finaliza cuando el participante no logre alcanzar la línea indicada antes de que suene la señal de aumento de velocidad. Para indicar el ritmo del test se utiliza un (bafle marca JBL) y para registrar el tiempo empleado en la prueba se emplea un cronómetro (marca Casio 510).

Duración de las actividades:

Cada sesión de evaluación tendrá una duración aproximada de dos horas incluyendo el tiempo necesario para las mediciones y las pruebas físicas.

No Maleficencia:

El presente estudio tiene un riesgo mínimo según la Resolución 8430 de 1993. El riesgo asociado a la investigación es mínimo, ya que se trata de un procedimiento no invasivo. No obstante, existe la posibilidad de lesiones, caídas u otros incidentes durante la ejecución de las





pruebas físicas. Aunque poco probable, tampoco se descartan situaciones que puedan derivar en el retiro. Para mitigar cualquier efecto adverso, el investigador implementará medidas preventivas, incluyendo una explicación clara y detallada del protocolo de evaluación, ya sea de forma verbal, escrita y/o demostrativa. Antes de la ejecución de las pruebas, se garantizará que cada estudiante comprenda plenamente las instrucciones, se le brindará acompañamiento en todo momento y se verificará el uso de indumentaria adecuada para minimizar riesgos. Además, se fomentará la adopción de buenas prácticas en la realización de las pruebas físicas, asegurando que cada participante respete sus propios límites y condiciones.

Como parte de las medidas de seguridad, cada estudiante deberá presentar su póliza de seguro estudiantil o, en su defecto, una copia de su afiliación a la EPS de salud, asegurando así la cobertura ante cualquier eventualidad que pueda presentarse durante la realización del protocolo de evaluación.

En caso de una emergencia, el investigador principal brindará primeros auxilios de manera inmediata, y si la situación lo requiere, se solicitará atención médica a través de la red local de atención (Hospital Lázaro Alfonso Hernández Lara) brindado el respectivo acompañamiento y estableciendo comunicación con los padres de familia para dar conocimiento de lo sucedido, igualmente se realizará un seguimiento de la evolución de la salud del participante.

Beneficencia:

Su participación en este estudio le proporcionará un informe personalizado de la evaluación de varias dimensiones: aptitud física, composición corporal, longitud digital índice y anular (2D:4D), (finalizada la evaluación 3 meses posteriores). Los participantes no tendrán retribución económica, su participación es voluntaria. Adicional, los resultados de la investigación beneficiarán el campo del deporte y contribuirá a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS.



**Confidencialidad:**

El acto de autorizar la participación en la investigación es absolutamente libre y voluntario, dando cumplimiento a lo dispuesto en la ley 1581 del 2012. La información personal y los datos obtenidos serán tratados de manera confidencial, protegidos por tecnologías de seguridad, y accesibles únicamente para el investigador principal y el equipo autorizado. Los datos se utilizarán para fines académicos y de investigación.

Duración del Uso del Material:

Los datos serán almacenados de manera segura por un periodo de cinco años, tras lo cual serán eliminados de manera irreversible, utilizando métodos de eliminación adecuados para garantizar la protección de su privacidad, a menos que se obtenga un nuevo consentimiento.

Voluntariedad:

La participación es completamente libre. Usted podrá retirarse del estudio en cualquier momento, sin necesidad de justificar su decisión, y sus datos serán eliminados de los registros.

Comunicación de Hallazgos Relevantes

Los resultados finales serán difundidos a través de artículos en revistas científicas y resúmenes accesibles para la comunidad educativa cumpliendo con todos los requisitos de confidencialidad.





Declaración de los Padres de Familia o Tutores

Yo, _____, identificado con CC No. _____, declaro que he leído y comprendido este consentimiento informado. Todas mis preguntas han sido respondidas satisfactoriamente. Doy consentimiento para que mi hijo/a _____ identificado con TI No. _____ participe en el estudio, incluyendo la toma de fotos y videos, entendiendo que la imagen será utilizada exclusivamente para fines académicos, educativos y de investigación.

Firma del padre o tutor _____ Fecha: _____

Firma del investigador responsable: _____

Jorge Delgado Delgado

Correo:

Celular: :

CC. No. _____

Firma de Testigo 1: _____

Firma de Testigo 2: _____

Contacto del Comité de Ética en Investigación Científica (CEINCI)

Si tiene alguna pregunta o preocupación sobre este estudio, puede comunicarse con el Comité de Ética en Investigación Científica (CEINCI) de la Universidad Industrial de Santander:

- Dirección: Centro, Carrera 19 - Calle 35 - 02, Piso 2, Bucaramanga, Colombia
- Teléfono: (607) 6344000 Ext. 3808
- Correo Electrónico: comitedeetica@uis.edu.co
- Sitio Web: <http://www.uis.edu.co>



Apéndice B: Asentimiento Informado

Universidad Industrial de Santander
Comité de Ética Investigación Científica
Asentimiento Informado para Participantes Menores de Edad



Estimados Estudiantes, reciban un cordial saludo. Les extendemos una invitación para que participen de manera activa en la investigación cuyo propósito es conocer las características de la composición corporal, las capacidades condicionales, y el índice de longitud digital de los escolares de los grados sexto y séptimo de la INESAM (Institución Educativa San Alberto Magno) del municipio de San Alberto (Cesar).

Datos Personales:

Cumplimos con la ley 1581 de 2012 sobre protección de datos. Toda la información estará segura y solo accesible para el investigador principal, será utilizada para fines académicos e investigativos.

¿Qué Harás?

Esperamos que participes con una actitud positiva y entusiasta, cumpliendo con todos los protocolos establecidos. Las pruebas se realizarán en dos sesiones durante las clases de educación física con una duración aproximadamente de dos horas en cada una de ellas. En la primera sesión, se evaluará la composición corporal a través de diversas mediciones antropométricas, que incluyen la talla, el peso, la talla sentado, la envergadura y los perímetros del brazo, cintura, cadera, muslo y pantorrilla. A continuación, se llevará a cabo la evaluación del Índice de Longitud Digital, cuyo objetivo es determinar la relación de longitud entre los dedos índice (2D) y anular (4D) de ambas manos. Por último, se realizará el test Sit and Reach (Test de Flexión en Banco), que mide la flexibilidad de la parte baja de la espalda y los músculos isquiotibiales, consiste en sentado inclinarse hacia adelante lo más lejano posible, conservando sus rodillas extendidas y logrando mantener la postura durante 2 segundos.

En la segunda sesión, se evaluarán las capacidades condicionales en el siguiente orden:



En primer lugar, se realizará la prueba de fuerza mediante el salto de longitud, cuyo objetivo es evaluar la fuerza explosiva. Esta consiste en saltar hacia adelante, limitando la toma de impulso y el movimiento de los brazos. La distancia se medirá desde la línea de salida hasta el punto de aterrizaje.

A continuación, se llevará a cabo la prueba de velocidad a través del test de 30 - 40 metros, en el que los participantes deberán recorrer la distancia a su máxima velocidad.

Finalmente, se realizará el test de Course Navette, cuyo objetivo es evaluar la capacidad aeróbica o resistencia cardiovascular. Esta prueba consiste en correr de una línea a otra, situadas a 20 metros de distancia, siguiendo el ritmo indicado por el evaluador, cuyo ritmo aumenta progresivamente.



Duración:

Las pruebas duraran alrededor de dos horas.

No Maleficencia:

Podrás sentir un poco de cansancio, pero se realizarán pausas y calentamiento y así evitar molestias. El investigador estará pendiente de tu desempeño e integridad física, debes presentar tu póliza de seguro estudiantil o en su defecto afiliación a la EPS, en caso de emergencia se prestarán los primeros auxilios de manera inmediata, y si la situación lo requiere, se solicitará atención médica a través de la red local de atención (Hospital Lázaro Alfonso Hernández Lara)

**Beneficios:**

Obtendrás un informe personalizado de la evaluación de varias dimensiones: aptitud física, composición corporal, y de longitud digital índice y anular

Confidencialidad:

Toda la información será confidencial, solo el equipo de estudio tendrá acceso a los datos.

Uso de la Información:

La información será guardada por cinco años, luego será eliminada al menos que autorices para que sea utilizada por más tiempo.

Voluntariedad:

Puedes decidir no participar o retirarte en cualquier momento sin problema alguno. Cualquier inquietud o duda, se puede comunicar con el investigador principal al número de celular _____ o al correo _____.



**Declaración del Menor:**

Yo, _____, declaro que entiendo lo que me explicaron sobre este estudio y acepto participar. Sé que puedo decidir no hacerlo o detener mi participación en cualquier momento.

Firma del menor: _____

Fecha: _____

Firmas Nombre del Participante: _____

Firma del Participante: _____

Fecha: _____

Nombre del Padre/Tutor: _____

Firma del Padre/Tutor: _____

Fecha: _____

Firma del investigador responsable:

Jorge Delgado Delgado

Correo:

Celular:

CC No. _____

Fecha: _____

Firma de Testigo 1:

Firma Testigo 2:

Fecha: _____



Apéndice C: Ficha de registro de datos

Composición Corporal, Capacidades Condicionales y Longitud Digital Índice y Anular en Escolares de San Alberto Cesar																							
FICHA DE REGISTRO																							
INFORMACION DE DEPORTISTA:																							
Codigo Estudiante: _____				Grado: _____																			
Primer nombre: _____				Segundo nombre: _____																			
Apellidos: _____				Identificación: CC		<input type="checkbox"/>		TI		No. _____													
Edad: <input type="checkbox"/>		Sexo: <input type="checkbox"/>		Dirección: _____				Ciudad: _____															
Estrato Social: _____				Seguro: _____				Telefono: _____															
Correo electrónico: _____																							
Deporte: Futbol <input type="checkbox"/> Taekwondo <input type="checkbox"/> Voleibol <input type="checkbox"/> Patinaje <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/>																							
Fr de Practica por semana: 1*sm <input type="checkbox"/> 2*sm <input type="checkbox"/> 3*sm <input type="checkbox"/> 4*sm <input type="checkbox"/>																							
Talla:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			P. Pantorrilla:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Peso:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			2D:4D Der:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
IMC:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			2D:4D Izq:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
T. Sentado:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			Flexibilidad:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Envergadura:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			Fuerza:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
P. Brazo			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			Aceleración:			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
P. Cintura			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			Velocidad			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
P. Cadera			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			Resistencia			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
P. Muslo			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>														

Apéndice D:**Figura 6**

Salto Horizontal



Apéndice E:**Figura 7***Prueba Course Navette /Beep Test*

Apéndice F:**Figura 8***Carrera 40*

Apéndice G:**Figura 9***Prueba Sit and Reach*

Apéndice H:**Figura 10***Prueba Medición 2D:4D*