



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD**  
**CARRERA TERAPIA FÍSICA MÉDICA**

**TEMA:**

“ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES MESTIZOS DE 6 A 11 AÑOS DE EDAD EN LA UNIDAD EDUCATIVA CESAR BORJA DE LA PARROQUIA DE AMBUQUÍ”

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Licenciada en Terapia  
Física Médica

**AUTORA:** Montesdeoca Simbaña Yolanda Marisol

**DIRECTOR:** Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.

IBARRA-ECUADOR

2019

## **CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DE TESIS**

Yo, Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc. en calidad de tutora de la tesis titulada: **“ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES MESTIZOS DE 6 A 11 AÑOS DE EDAD EN LA UNIDAD EDUCATIVA CESAR BORJA DE LA PARROQUIA DE AMBUQUÍ”**, de autoría de **Montesdeoca Simbaña Yolanda Marisol**, una vez revisada y hechas las correcciones solicitadas certifico que está apta para su defensa, y para que sea sometida a evaluación de tribunales.

En la ciudad de Ibarra, a los 2 días del mes de octubre de 2019

**Lo certifico:**

(Firma).....

Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.

C.I.: 1003019740

**DIRECTORA DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE CIUDADANÍA:</b>	100296572-9		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Montesdeoca Simbaña Yolanda Marisol		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Vía Santa Rosa y Av. Leónidas Proaño		
<b>EMAIL:</b>	marysol_1992@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2604-692	<b>TELF. MÓVIL:</b>	0960908157
<b>DATOS DE LA OBRA</b>			
<b>TÍTULO:</b>	“ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES MESTIZOS DE 6 A 11 AÑOS DE EDAD EN LA UNIDAD EDUCATIVA CESAR BORJA DE LA PARROQUIA DE AMBUQUÍ”		
<b>AUTOR (A):</b>	Montesdeoca Simbaña Yolanda Marisol		
<b>FECHA:</b>	2019/10/02		
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>			
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO		
<b>TITULO POR EL QUE OPTAN:</b>	Licenciatura en Terapia Física Médica		
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.		

## 2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 2 días del mes de octubre de 2019

### LA AUTORA:

(Firma).....

Yolanda Marisol Montesdeoca Simbaña

C.C: 100296572-9

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FCS – UTN  
**Fecha:** Ibarra, 02 de octubre de 2019

**Yolanda Marisol Montesdeoca** “ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES MESTIZOS DE 6 A 11 AÑOS DE EDAD EN LA UNIDAD EDUCATIVA CESAR BORJA DE LA PARROQUIA DE AMBUQUÍ” / Trabajo de Grado Licenciada en Terapia Física Médica. Universidad Técnica del Norte.

**DIRECTORA:** Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.

El principal objetivo de la presente investigación fue, determinar la relación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí. Caracterizar la muestra de estudio según edad y género. Evaluar la huella plantar del pie dominante en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa Cesar Borja de la parroquia de Ambuquí. Identificar la angulación de cadera y rodilla del miembro inferior dominante en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí. Describir la relación de la huella plantar con la angulación de cadera y rodilla en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí.

**Fecha:** Ibarra, 02 de octubre de 2019

  
.....  
Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.  
**Directora**

  
.....  
Yolanda Marisol Montesdeoca Simbaña  
**Autora**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo principalmente a mi madre Martha Simbaña, porque gracias a su amor, apoyo incondicional y esfuerzo me motiva a continuar luchando día a día para seguir logrando los objetivos y metas que me he trazado en la vida. A mis hermanos por aconsejarme y darme la mano en las adversidades. A mi cuñada y sobrino por alegrar mis días y brindarme su cariño.

A mis amigos y amigas, quienes sin esperar nada a cambio me brindaron su amistad sincera y apoyo incondicional convirtiéndose así en parte de mi familia, coincidir con ustedes ha sido la manera más bonita que ha tenido la vida de demostrarme que los mejores regalos son las personas.

*Marisol Montesdeoca*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por ser un pilar fundamental en mi vida, brindándome siempre su amor y apoyo incondicional para lograr superarme y concluir con éxito mis estudios.

A la Universidad Técnica del Norte, que me acogió como segundo hogar para poder alcanzar mis metas y de esa manera culminar con mis estudios universitarios.

A la carrera de Terapia Física Médica y los docentes quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y fomentaron valores en mí, para ayudarme a crecer como profesional.

A mi tutora, MSc. Daniela Zurita por haberme brindado su ayuda y ser guía indispensable para la realización de esta investigación.

A la Unidad Educativa “Cesar Borja” sus autoridades, alumnos y padres de familia que colaboraron en la realización del presente trabajo.

*Marisol Montesdeoca*

## ÍNDICE GENERAL

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DE TESIS .....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	iii
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
TEMA: .....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
1. Problema de la Investigación .....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General .....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5 Preguntas de la Investigación .....	6
CAPÍTULO II .....	7
2. Marco Teórico .....	7
2.1. Edad escolar .....	7
2.2. Pie .....	8
2.2.1. Bóveda plantar .....	12
2.2.2. Biomecánica.....	15
2.2.3. Alteraciones de la huella plantar .....	16
2.3. Rodilla.....	19
2.3.1. Biomecánica.....	22



2.3.2. Deformidades angulares de rodilla.....	23
2.4. Cadera .....	26
2.4.1. Biomecánica.....	30
2.4.2. Deformidades angulares de cadera.....	31
2.5. Influencia de las cadenas musculares de apertura y cierre en el miembro inferior .....	34
2.6. Instrumentos de evaluación .....	35
2.6.1. Índice del arco .....	35
2.6.2. Ángulo Q.....	36
2.6.3. Test de Craig .....	37
2.7. Marco Legal y Ético .....	37
CAPÍTULO III.....	41
3. Metodología de la Investigación .....	41
3.1. Tipo de la investigación.....	41
3.2. Diseño de la investigación .....	41
3.3. Localización y Ubicación del Estudio .....	41
3.4. Población .....	42
3.4.1. Población.....	42
3.4.2. Muestra.....	42
3.4.3. Criterios de Inclusión .....	42
3.4.4. Criterios de Exclusión.....	42
3.5. Operacionalización de Variables .....	43
3.6. Métodos Recolección de Información .....	44
3.6.1. Métodos Empíricos: .....	44
3.6.2. Métodos Teóricos:.....	44
3.7. Métodos de Recolección de Información .....	45
3.8. Validación de instrumentos .....	45
CAPÍTULO IV.....	47
4. Análisis e interpretación de datos.....	47
4.1. Respuestas a las preguntas de investigación.....	55
CAPÍTULO V .....	57
5. Conclusiones y recomendaciones.....	57

5.1. Conclusiones.....	57
5.2. Recomendaciones .....	58
BIBLIOGRAFÍA .....	59
ANEXOS .....	67
1. Oficio.....	67
2. Consentimiento informado .....	68
3. Fichas de evaluación .....	69
4. Evidencias fotográficas .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resultados caracterización según edad y género .....	47
Tabla 2	Resultados del tipo de huella plantar dominante .....	48
Tabla 3	Resultados de la angulación de cadera.....	49
Tabla 4	Resultados de la angulación de rodilla.....	50
Tabla 5	Relación entre huella plantar y angulación de cadera.....	51
Tabla 6	Relación huella plantar y angulación de cadera según V de Cramer.....	52
Tabla 7	Relación entre huella plantar y angulación de rodilla.....	53
Tabla 8	Relación huella plantar y angulación de rodilla según V de Cramer.....	54

## RESUMEN

**TEMA:** “ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES MESTIZOS DE 6 A 11 AÑOS DE EDAD EN LA UNIDAD EDUCATIVA CESAR BORJA DE LA PARROQUIA DE AMBUQUÍ

**Autora:** Yolanda Marisol Montesdeoca Simbaña

**Correo:** marysol\_1992@hotmail.com

La bóveda plantar es una estructura compleja que se encarga de soportar el peso corporal y transmitirlo hacia el suelo, la armonía en sus componentes y elasticidad le permiten adaptarse a las irregularidades del terreno. El principal objetivo de esta investigación ha sido determinar la relación entre la huella plantar y la angulación en cadera y rodilla en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa Cesar Borja de la Parroquia de Ambuquí. La metodología del estudio fue de tipo cuantitativo, no experimental, descriptivo, de corte transversal y correlacional. La muestra estuvo conformada por 62 escolares en edades comprendidas entre 6 y 11 años. Los instrumentos utilizados en la evaluación fueron el Índice del Arco, el ángulo Q y el Test de Craig. En la caracterización se evidenció predominancia del género femenino con mayor frecuencia en la edad de 7 años, en cuanto a la evaluación de la huella plantar se evidenció pie normal en el 41,9% de escolares, seguido de pie plano en el 40,3 %. La angulación de cadera fue normal en el 58,1% de la muestra y la angulación de rodilla fue normal en el 56,5% de estudiantes. Se concluyó que si hay relación entre la huella plantar y la angulación en cadera con significancia de 0,017 y con la angulación de rodilla con nivel de significancia de 0,000.

**Palabras clave:** pie, huella plantar, rodilla, cadera, mestizos.

## ABSTRACT

TOPIC: "STUDY OF THE PLANTAR FOOTPRINT AND ITS RELATIONSHIP WITH HIP AND KNEE ANGULATION IN 6 TO 11 YEARS OLD SCHOOLCHILDREN IN CESAR BORJA EDUCATIONAL UNIT FROM THE PARISH OF AMBUQUÍ."

**Author:** Yolanda Marisol Montesdeoca Simbaña

**Email:** marysol\_1992@hotmail.com

The plantar vault is a complex structure its support points are responsible for supporting the body weight and transmitting it to the ground, the harmony in its components and elasticity allows it to adapt to terrain irregularities. The main aim of this research was to determine the relationship between the footprint and the angulation of the hip and knee in mestizo schoolchildren from 6 to 11 years old in Cesar Borja Educational Unit from the Ambuquí Parish. The methodology of the study was quantitative non-experimental, descriptive and cross-sectional. The sample was composed of 62 schoolchildren, with a predominance of female individuals and most frequently the age range of 7 years. The tools used in the evaluation were: Arc Index, Q angle and Craig Test. In the results evaluation it was obtained that 41.9% of schoolchildren have a normal foot. Regarding hip angulation, the normal alignment was predominant in 58.1% of the sample, and in knee angulation was normal in a 56.5%. It was determined that there was a relationship between the plantar footprint and hip angulation with a significance of 0.017 and with the knee angulation with a level of 0.000

**Keywords:** foot, footprint, knee, hip, schoolchildren

**TEMA:**

“ESTUDIO DE LA HUELLA PLANTAR Y SU RELACIÓN CON LA ANGULACIÓN DE CADERA Y RODILLA EN ESCOLARES MESTIZOS DE 6 A 11 AÑOS DE EDAD EN LA UNIDAD EDUCATIVA CESAR BORJA DE LA PARROQUIA DE AMBUQUÍ”

# CAPÍTULO I

## 1. Problema de la Investigación

### 1.1.Planteamiento del problema

El pie constituye la base de sustentación del cuerpo humano, el cual va sufriendo una serie de cambios a lo largo del crecimiento. Las alteraciones en el pie son un motivo de preocupación y consulta frecuente en edades tempranas ya que pueden modificar la estática y dinámica del cuerpo. Todas las articulaciones de la extremidad inferior se encuentran interrelacionadas en cadena cinética, es por eso que al verse afectada la relación normal de los componentes que conforman la bóveda plantar el efecto no solo se localiza en esa zona sino que repercute en el resto de la anatomía provocando mecanismos compensatorios y desequilibrios en la alineación que a largo plazo llegan a causar molestias no solo en la niñez sino también en la edad adulta (1) (2) (3).

Se han realizado varios estudios en diferentes países sobre la repercusión que tienen las alteraciones del pie en las estructuras próximas. En un estudio realizado en España denominado “El bipedismo: Alteraciones del pie en estática y sus relaciones con niveles ascendentes” el autor llegó a la conclusión que el exceso de pronación así como de supinación producen rotación interna o externa a nivel de cadera, influyendo en la posición de la pelvis (4).

En el estudio realizado por Vidal incluyó 90 escolares en edades entre 6 y 10 años, evidenció que el pie plano estuvo presente en 51 estudiantes de los cuales más de la mitad presentaron alteración pélvica y concluyó que es más probable presentar algún tipo de alteración pélvica si hay presencia de pie plano y la probabilidad es mayor si hay presencia de pie plano bilateral (5).

En el estudio realizado por Han et al, a 72 pacientes adolescentes se evaluó el pie mediante el índice del arco y encontró asociación significativa con el ángulo Q, concluyeron que el pie plano afecta la morfología de la articulación de la rodilla e incrementa el riesgo de subluxación patelar (6).

En cuanto a los estudios realizados en el Ecuador encontramos un estudio denominado “Prevalencia de las alteraciones de la huella plantar y sus efectos colaterales en niños de 3 y 4 años de edad. Centros infantiles del Buen Vivir del MIES. Cuenca 2014 - 2015” se determinó que los efectos colaterales asociados a las alteraciones de la huella plantar fueron las alteraciones angulares de rodilla, siendo el genu valgo de mayor incidencia bilateral (7).

De igual manera, en una investigación realizada en Ambato que se denominó “El pie plano y su incidencia en las alteraciones de la rodilla en los estudiantes de 3 a 11 años de la Unidad Educativa Santa Rosa” evidenció 64 estudiantes con pie plano de los cuales 35 presentaron genu valgo como principal alteración en rodilla, seguido por la presencia de rótulas divergentes (8).

En la parroquia de Ambuquí no hay registro de investigaciones enfocadas a la evaluación de niños de esta zona y especialmente sobre la huella plantar y su relación con la angulación de cadera y rodilla.



## **1.2. Formulación del Problema**

¿Existe relación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla en los escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí?

### **1.3. Justificación**

En la actualidad son escasos los estudios sobre la huella plantar y su relación con la angulación de cadera y rodilla, especialmente en una etnia y población en específico de las regiones de nuestro país.

La presente investigación se realizó con la finalidad de evaluar la huella plantar y determinar su relación con la angulación de cadera y rodilla en los escolares de 6 a 11 años de edad pertenecientes a la “Unidad Educativa Cesar Borja”. Para ello se utilizó instrumentos específicos y de fácil manejo, con lo cual se logró obtener datos sobre las variaciones en la huella plantar además del grado de angulación de cadera y rodilla de los escolares. Los datos obtenidos en la evaluación sobre la condición postural actual de los estudiantes permitirán crear planes de abordaje fisioterapéutico enfocados a la prevención en futuras investigaciones.

La investigación fue viable gracias a la autorización de la unidad educativa y al consentimiento de los tutores legales de los escolares. Además, se consideró factible ya que se contó con los recursos necesarios, acceso al establecimiento e información de fuentes bibliográficas confiables y válidas.

Los beneficiarios directos de este estudio fueron los escolares, la institución y el estudiante investigador, como beneficiarios indirectos podemos mencionar a los estudiantes de la carrera de Terapia Física Médica, para la realización de futuras investigaciones que tengan como eje la intervención fisioterapéutica en base a los datos que se obtuvieron en este estudio.

Este estudio permite que la sociedad conozca sobre las alteraciones biomecánicas en relación a pie, rodilla y cadera, lo cual puede conllevar a una intervención fisioterapéutica con el fin de mejorar su condición de salud en relación a las estructuras anatómicas mencionadas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la relación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar la muestra de estudio según edad y género.
- Evaluar la huella plantar del pie dominante en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa Cesar Borja de la parroquia de Ambuquí.
- Identificar la angulación de cadera y rodilla del miembro inferior dominante en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí.
- Describir la relación de la huella plantar con la angulación de cadera y rodilla en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí.

## **1.5 Preguntas de la Investigación**

¿Cómo se encuentra caracterizada la muestra de estudio según edad y género?

¿Cuál es el resultado obtenido en la evaluación de huella plantar del pie dominante en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí?

¿Cuál es resultado de la angulación de cadera y rodilla del miembro inferior dominante en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí?

¿Qué relación existe entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí?

## CAPÍTULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Edad escolar

El niño en crecimiento pasa por un proceso dinámico que cuenta con periodos alternados tanto de aceleración como desaceleración. Se sabe que la mayoría de los niños siguen los patrones de crecimiento, pero en ciertos casos la variabilidad puede ser significativa y más aún cuando existe la presencia de enfermedades locales o sistémicas. Se consideran tres etapas en el crecimiento esquelético: desde el nacimiento hasta los cinco años, de los seis años hasta el inicio de la adolescencia y a partir de la adolescencia hasta el final del crecimiento (9).

La edad escolar se considera un grupo etario comprendido entre los 6 y 11 años de edad también llamada niñez intermedia, es una etapa de crecimiento en el cual las alteraciones posturales son más frecuentes, especialmente en miembros inferiores por lo que se ha convertido en un motivo de consulta habitual, se conoce que la mayor incidencia de alteraciones posturales ocurre en niños de edad escolar, debido a que en este periodo de crecimiento y desarrollo la postura presenta muchos ajustes y adaptaciones por los cambios estructurales del cuerpo y las exigentes demandas psicosociales. Las alteraciones producidas impactan negativamente en la calidad de vida durante la niñez y también en la edad adulta (10) (11).

Los niños en esta etapa pasan por una desaceleración en la velocidad de crecimiento físico, durante esos años la talla aumenta un aproximado de 28cm y la proporción del crecimiento entre segmentos cambia, dos tercios de este se producen en los miembros inferiores y un tercio a nivel del tronco. En la columna también el crecimiento es más lento en cuanto a la extremidad superior crece alrededor de 3cm anuales, en miembros inferiores el fémur y la tibia tienden a crecer de 1,7 y 1,2 respectivamente y a los diez años de edad el pie alcanza el mayor porcentaje de su longitud final. En general los

niños incrementan las destrezas, la habilidad y coordinación de movimientos y sus estructuras corporales van adquiriendo formas más precisas (9) (12).

## 2.2. Pie

El pie está constituido por veintiséis huesos, su estructura está compuesta por: 7 huesos tarsianos, 5 metatarsianos y 14 falanges. Son los principales huesos del pie que forman la unidad funcional que permite distribuir el peso del cuerpo para mantener el equilibrio en bipedestación, también facilita la acomodación y el ajuste a la variación en el terreno para absorber el impacto, así como para la realización de movimientos más complejos como andar o correr (13).

Al nacer el pie tiene una medida aproximada de 7.5 cm, al año mide cerca de los 12 cm, aumentando 10cm en los siguientes 5 años y hasta los 10 años llega a tener el 91% de su tamaño final en el caso de las niñas y en los niños el 85% (14).

El pie se divide en 3 unidades estructurales y funcionales:

- **Retropié:** se llama retropié a la región posterior del pie, en la cual se sitúan el astrágalo y el calcáneo. El hueso astrágalo presenta un cuerpo, un cuello y una cabeza, se articula con los maléolos de la tibia y el peroné por medio de la superficie troclear, transmite el peso que recibe de la tibia y lo divide entre el calcáneo y el antepié por medio de una hamaca osteoligamentosa, El hueso calcáneo es de gran tamaño y el más fuerte de los huesos del tarso, se encarga de transmitir en bipedestación la mayor parte del peso del cuerpo hacia el suelo, la cara superior del hueso se articula con el astrágalo y su cara anterior con el cuboides, esta zona del pie consta de la articulación talocrural que soporta fuerzas enormes y permite movimientos de flexión plantar y dorsal, las articulaciones subastragalina y mediotarsiana o Chopart, que son las encargadas de adaptar la bóveda plantar de una manera adecuada para absorber el impacto que se produce cuando el pie entra en contacto con el suelo, además permiten los movimientos de supinación y pronación (13) (15).

- **Mediopié:** está constituido por el escafoides, el cuboides y los tres cuneiformes. Estos huesos forman parte de los huesos del tarso y cada uno presenta diferentes características, el navicular o escafoides es un hueso con forma aplanada, se articula con cabeza del astrágalo y los tres cuneiformes, en la cara medial se encuentra la tuberosidad del navicular que forma un punto importante de inserción tendinosa, debido a que se ahí se forma el arco longitudinal del pie el cual debe sostenerse centralmente. El hueso cuboides, como su nombre lo indica tiene una forma de cubo, se encuentra más lateral en la fila de los huesos del tarso. Y los tres huesos cuneiformes, medial, intermedio y lateral los cuales se articulan con el navicular posteriormente y con la base de los metatarsianos correspondientes en su parte anterior. La disposición de estos huesos contribuye a la formación del arco transversal del tarso. Las articulaciones presentes en el mediopié son las articulaciones intercuneales y la tarsometatarsiana o de Lisfranc. Las articulaciones intercuneales permiten ligeros movimientos verticales que modifican la curva transversal de la bóveda plantar, mientras que los pequeños movimientos en la articulación de Lisfranc producen las modificaciones de la curva del arco interno anterior (15) (16).
- **Antepié:** Está compuesto por los huesos metatarsianos y las falanges, con sus respectivas articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas. Las cuales son de gran importancia para el desarrollo de la marcha (15). La parte anterior del pie consta de cinco huesos metatarsianos que se identifican con números romanos I-V son enumerados desde el lado interno del pie y se encargan de conectar los huesos del tarso con las falanges. Cada uno de los huesos del metatarso consta de una base, cuerpo y cabeza. Por su parte proximal los huesos se articulan con los huesos cuneiformes y cuboides y por su parte distal se articulan con las falanges. El pie está constituido por 14 falanges, los cuatro dedos del pie constan de tres falanges una proximal, media y distal. La excepción es el primer dedo que tiene solo dos falanges una proximal y una distal, los huesos de esta zona del pie sirve para sostener el peso del cuerpo en bipedestación, al caminar o correr (17).

### **a. Articulaciones**

Los huesos del tarso, metatarso y falanges forman las múltiples articulaciones de la estructura del pie.

#### **Articulación talocrural**

En las articulaciones del pie se encuentra la articulación talocrural que está formada por tres huesos la tibia, peroné y el astrágalo, se encarga de soportar el peso y asegura el movimiento. Los principales movimientos de la articulación son la flexión plantar y flexión dorsal.

#### **Articulaciones intertarsianas**

Las articulaciones más importantes son las que se establecen entre el astrágalo, el calcáneo y el cuboides, son un conjunto de articulaciones planas sinoviales. Las articulaciones intertarsianas más relevantes son:

- **Articulación subastragalina:** está formada por la superficie inferior del hueso astrágalo y la cara superior del calcáneo.
- **Articulación transversa del tarso:** comprende la articulación astragalocalcaneonavicular que se forma de la unión de los huesos: astrágalo, calcáneo y el hueso navicular, también se encuentra la articulación calcáneocuboidea la cual está formada por el hueso calcáneo y cuboides.
- **Articulación cuneonavicular:** se forma entre los huesos cuneiforme y navicular.
- **Articulaciones intercuneiformes:** se forman por la unión de los huesos cuneiformes y la articulación cuneocuboidea entre los huesos cuneiforme y cuboides (18).

En estas articulaciones se realiza los movimientos de inversión y eversión del pie, además de supinación y pronación.



### **Tarsometatarsianas e intermetatarsianas**

- Las articulaciones tarsometatarsianas son de tipo sinovial plana, se encuentran entre los cuatro huesos del tarso, el cuboide y los tres cuneiformes y las bases de los huesos metatarsianos.
- Las articulaciones intermetatarsianas son pequeñas articulaciones sinoviales formadas por las bases de los metatarsianos que se articulan entre las carillas de sus lados adyacentes.

Estas articulaciones contribuyen a realizar los movimientos de inversión y eversión del pie (18).

### **Metatarsofalángicas e interfalángicas**

- Las articulaciones metatarsofalángicas son de tipo sinovial condiloidea, se forman entre la cabeza de los metatarsianos y la base de las falanges proximales. Los movimientos que se producen en estas articulaciones son: la flexión, extensión, aducción y abducción.
- Las articulaciones interfalángicas son de tipo bisagra sinovial, se encuentran entre las falanges proximal y media y entre las falanges media y distal. Solo permiten realizar movimientos de dorsiflexión y flexión plantar (18).

#### **b. Ligamentos**

Los ligamentos que encontramos en el pie son de gran importancia ya que actúan como medios de unión y son de apoyo para mantener la integridad de su estructura.

- **El ligamento calcaneonavicular plantar:** se extiende a través de una hendidura en forma de cuña, entre el sustentáculo y el borde inferior de la cara articular del navicular. Este ligamento sostiene la cabeza del talus, es de gran importancia en la transferencia de peso y el sostén del arco longitudinal del pie (13).

- **El ligamento plantar largo:** pasa por la superficie plantar del calcáneo hacia el surco del tendón del músculo fibular largo del cuboides, también contribuye al mantenimiento del arco longitudinal.
- **El ligamento plantar corto:** que se extiende desde la superficie anterior de la cara inferior del calcáneo hasta la cara inferior del cuboides (13).

### 2.2.1. Bóveda plantar

La bóveda plantar es una estructura compleja que está compuesta por todos los elementos osteoarticulares, ligamentosos, y musculares del pie. La distribución de los huesos del pie da forma a la bóveda en la parte media del pie, lo que le proporciona una gran resistencia para la carga de peso y el esfuerzo para lo cual se apoya en tres puntos conocidos como trípode podálico, de manera que permite una adecuada transmisión del peso del cuerpo hacia el suelo. Los puntos de apoyo están comprendidos en la zona de contacto con el suelo formando lo que se denomina impresión o huella plantar. Sus puntos de apoyo son la cabeza del primer metatarsiano, la cabeza del quinto metatarsiano y la apófisis del calcáneo (19).

En los puntos de apoyo que se han mencionado anteriormente, se forman tres arcos: el arco transversal, el arco longitudinal que se divide en dos: el arco interno, y externo. El arco longitudinal interno es el más largo y alto, es considerado el más importante, desde el punto de vista tanto estático como dinámico; además es el único arco visible (19).

#### 2.2.1.1. Arcos plantares

Los huesos, ligamentos y músculos del pie forman una estructura elástica que le permite al pie adaptarse a irregularidades de la superficie. La forma de la planta del pie que tiene aspecto de bóveda cóncava y presenta tres arcos: dos longitudinales y un transversal (20).

- **Arco longitudinal**

Está compuesto por una porción medial y lateral los cuales trabajan como unidad con el arco transverso.

**La porción medial del arco longitudinal:** Es la más flexible y móvil, su punto más alto se encuentra en la cabeza del astrágalo, está comprendido de anterior a posterior por los tres metatarsianos mediales, los huesos cuneiformes el navicular el astrágalo y el calcáneo los mismo que están unidos por varios ligamentos que resisten fuerzas intensas, pero de corta duración, mientras que los músculos soportan fuerzas más prolongadas, el musculo tibial posterior ayuda al sostén del arco (20).

**La porción lateral del arco longitudinal:** tiene una forma más aplanada se encuentra formado por el calcáneo, el cuboides y los dos metatarsianos laterales, el aplanamiento que presenta tensa el ligamento plantar largo y el ligamento calcáneocuboideo plantar, los músculos peróneo largo y corto, con los músculos intrínsecos del quito dedo tensan este arco además presenta menor flexibilidad ya que permanece en contacto con el suelo en la bipedestación (20).

- **El arco anterior o transverso**

Este arco presenta concavidad poco acentuada y va de lado a lado, está constituido por los huesos cuboides, los cuneiformes y la cabeza de los cinco metatarsianos, el segmento medial y lateral sirven como pilares para el arco. Su curvatura es sostenida por el músculo peróneo largo y el musculo tibial posterior (20).

Los arcos plantares se encuentran sostenidos por los siguientes elementos:

- La morfología intrínseca además de la interrelación de los huesos del pie.
- Por los fuertes ligamentos y la fascia plantar, los tejidos blandos mantienen pasivamente las articulaciones, aunque no sostienen el pie.
- El equilibrio del tono postural y las contracciones activas de la musculatura tanto intrínseca como extrínseca del pie (21).

Los arcos presentan modificaciones debido al efecto de la carga, el principal es el arco longitudinal, el mismo que puede descender por laxitud de los ligamentos así como también por falta de tensión muscular, lo que conlleva a que la cabeza del astrágalo se desplace hacia adentro, el eje del retropié también se desvía hacia adentro, en cuanto al eje del antepié se desvía hacia afuera, la zona posterior del pie gira en aducción-pronación y ligera extensión mientras que el antepié realiza una desviación en flexión-abducción-supinación, lo cual provoca el pie plano valgo elástico de la infancia. Las alteraciones pueden tener repercusiones graves ya que provocan una acentuación o disminución de las curvas, lo que repercute en el apoyo en el suelo afectando no solo la marcha sino también la bipedestación (19).

#### **2.2.1.2. Fascia plantar**

La fascia plantar es una banda de tejido fibroso conjuntivo con forma triangular que recubre la planta del pie, se encuentra reforzada en su parte central, se divide a la fascia en tres partes: la porción medial, la zona intermedia que se denomina aponeurosis plantar y la porción lateral que cubre el separador del quinto dedo. Es la más potente del organismo consiste en una lámina formada por múltiples capas de tejido fibroso, presenta una forma triangular con el vértice situado en el talón y se adhiere a la cara inferior del calcáneo, se encarga de tapizar la zona central de la planta del pie que corresponde al trayecto del músculo flexor corto de los dedos, en la parte anterior se continua con cinco lengüetas que se unen a los túneles fibrosos de los dedos y a los lados se encuentran la porción medial que va desde el tubérculo interno del calcáneo hacia el primer metatarsiano y porción lateral de la fascia se extiende desde el tubérculo externo del calcáneo hasta la base del quinto metatarsiano. Desde el punto de vista funcional la aponeurosis plantar tiene un papel muy importante ya que contribuye al mantenimiento de los arcos longitudinales del pie que dan la forma de bóveda al pie (22) (23).

### 2.2.2. Biomecánica

El pie como complejo estructural puede realizar los movimientos de flexión y extensión en el eje transversal a través de la articulación del tobillo (tibiotarsiana) en plano sagital, movimientos de inversión y eversión respecto al eje longitudinal del pie, y también los movimientos de supinación y pronación que se efectúan en el plano transversal (24).

Los rangos de movimiento y la musculatura que se encargan de llevar a cabo los movimientos son:

- **Flexión dorsal (dorsiflexión):** la amplitud de movimiento es de 15° a 20° por la acción de los músculos tibial anterior, extensor largo de los dedos, extensor largo del primer dedo y el peróneo anterior.
- **Flexión plantar (extensión):** El rango de movimiento es de 40° a 50°, los músculos responsables de este movimiento son; el tríceps sural, el peróneo lateral corto, el peróneo lateral largo, el flexor largo de los dedos, el flexor propio del primer dedo y el tibial posterior (25).
- **Inversión:** alcanza los 30° de amplitud de movimiento e intervienen los músculos: tibial anterior, junto con el posterior los cuales tienen una acción inversora.
- **Eversión:** tiene una amplitud de movimiento de 10° e intervienen los músculos peróneo lateral largo y peróneo lateral corto.
- **Supinación y pronación:** estos movimientos se realizan en la articulación subastragalina y de Chopart y en la articulación de Lisfranc alrededor del eje longitudinal, la amplitud de movimiento es de 20° en supinación y de 40° pronación (25).

En bipedestación el peso corporal se transfiere a través de los miembros inferiores hacia el suelo, al llegar a los pies cada uno soporta la mitad del peso del cuerpo. Al llegar las fuerzas al pie se encuentran con el hueso astrágalo que se encarga de distribuir las fuerzas hacia los puntos de apoyo de la bóveda plantar. Se ha comprobado

que en el plano sagital el 60% de las fuerzas se dirigen al calcáneo y el 40% al antepié (25) (26).

### **2.2.3. Alteraciones de la huella plantar**

La huella plantar tiene internamente una forma cóncava y externamente una forma convexa. En el caso de ausencia de concavidad interna y el aumento de la superficie de contacto del medio pie corresponden a un pie aplanado. Si existe ausencia o disminución de la zona que corresponde al medio pie se considera un pie cavo o excavado (27).

#### **2.2.3.1. Pie plano**

El pie plano se considera fisiológico entre el nacimiento y alrededor de los 4 o 5 primeros años de edad, este se caracteriza por presentar un arco longitudinal disminuido ya sea parcial o totalmente. En el nacimiento, existe una bóveda plantar longitudinal bien desarrollada, pero tiene apariencia de un pie plano, debido a que este arco se encuentra relleno por una almohadilla de tejido adiposo (19) (28).

En cuanto a la etiología del pie plano se menciona en la literatura que es diversa y puede deberse a: alteraciones óseas, alteraciones musculoligamentosas y alteraciones neuromusculares (retracción del tendón de Aquiles, secuelas de poliomielitis, parálisis cerebral, etc., y miopatías). La anatomía del pie plano se caracteriza por presentar deformidad en valgo del retropié, deslizamiento del astrágalo hacia abajo, hacia delante y hacia dentro, presenta hundimiento de la bóveda plantar en carga, además de retracción del tendón de Aquiles con tendencia a supinación y abducción del antepié (29) (30).

La modificación del arco plantar que da como resultado el pie plano tiene varias características y puede ser causado por diferentes factores. El niño presenta diferentes tipos de pie plano se los puede clasificar de la siguiente manera:

**Pie plano laxo o flexible:** es considerado una variante fisiológica y normal presenta mejoría con el crecimiento y es raro en adultos, tiene una estructura normal en descarga, pero en bipedestación al apoyar el pie sobre el suelo el arco plantar se aplana completamente debido al peso, por el debilitamiento y laxitud aumentada de las estructuras cápsulo-ligamentosas y también por la inadecuada relación entre los huesos astrágalo y calcáneo. Al comienzo el pie plano es flexible y totalmente reductible y termina en un pie plano rígido si se deja evolucionar libremente (14) (31) .

Se ha clasificado el pie plano flexible según intensidad en los siguientes grados:

- **Grado 1:** En este grado el pie se encuentra en el límite entre normal y el pie plano, al cual debe se debe dar seguimiento. Se visualiza un pie normal en reposo pero que al recibir la carga por el peso del cuerpo se produce moderado aplanamiento del arco longitudinal con ligero valgo de retropié.
- **Grado 2:** Se presenta con un pie plano valgo definido. La bóveda plantar se encuentra aplanada acompañada con un valgo de retropié que sobrepasan los valores de normalidad para la edad del paciente (32).
- **Grado 3:** Se encuentra un pie plano de mayor intensidad, debido a esto el antepié tiene que soportar una sobrecarga en la primera cuña y en el primer metatarso que provocan una desviación en valgo lo que produce eversión del antepié lo mismo que caracteriza al tercer grado, por consiguiente, se da el aplanamiento y el valgo de calcáneo que ya han sido mencionados en el segundo grado.
- **Grado 4:** Es considerado el grado más grave de pie plano, con presencia de lesión en la articulación astrágaloescafoidea. Además de las variaciones señaladas en el tercer grado se produce pérdida de acoplamiento normal entre los huesos astrágalo y escafoides, lo que conlleva a la prominencia de la cabeza del astrágalo en la planta del pie. El valgo del calcáneo en este grado es más acentuado y la deformidad puede hacerse rígida, y no sería corregible manualmente (32).

**Pie plano rígido:** este tipo de pie es muy raro y la causa puede ser congénita, existe ausencia del arco en la bóveda plantar tanto en carga como en descarga además deformidad en valgo.

**Pie plano por sinostosis o puentes óseos:** este tipo de casos son característicos, los niños suelen ser diagnosticados con pie plano flexible que suele ser asintomático, pero a partir de los 10 y 14 años presentan molestias en el pie además de cansancio. Por lo general se debe a una sinostosis tarsiana, que produce limitación en la movilidad del retropié y contractura de los músculos peróneos, está asociado a genu valgo o también por el acortamiento del tendón de Aquiles y laxitud ligamentosa (33).

### **2.2.3.2. Pie cavo**

La forma de este pie presenta un aumento anormal de la altura de la bóveda plantar, el talón tiene una posición vara, el arco longitudinal es fijo y elevado, además la carga es en mayor medida en el borde externo del pie (30) (34).

Los grados de pie cavo son:

- **Primer Grado:** En el pie cavo de primer grado existe una ligera disminución de la parte externa de la bóveda plantar.
- **Segundo Grado:** En cuanto pie cavo de segundo grado se caracteriza principalmente porque desaparece totalmente el apoyo externo del pie por lo cual al tomar la plantigrafía solo se marcara la huella correspondiente a los pilares anteriores y posteriores (30).

Al existir presencia de pie cavo hay una aproximación del antepié y el retropié, lo mismo que ocasiona retracción de la musculatura plantar, así como también de la fascia. La elevación del hueso cuboides causa que el arco externo del pie no entre en contacto con el suelo (35).



### 2.3. Rodilla

Es una articulación sinovial diartrosis de tipo bisagra, siendo una de las más complejas en el cuerpo humano, sirve de unión entre el muslo y la pierna. Es considerada una articulación compuesta la cual incluye las articulaciones medial y lateral entre los cóndilos del fémur y de la tibia, además de la articulación entre el fémur y la rótula. Los movimientos que realiza esta articulación son la flexo-extensión, pero también realiza algo de rotación y deslizamiento (36).

La articulación de la rodilla presenta algunas características que la diferencian de otras articulaciones. La principal es que está compuesta por el juego de tres huesos, fémur, tibia y rótula, de los cuales los dos primeros forman el cuerpo principal de la articulación, que se encarga de soportar el peso corporal, y la articulación entre la rótula y el fémur cumple una misión atípica a modo de polea sobre la que apoyan los tendones cuadricipital y rotuliano. Además, cuenta con dos meniscos fibrocartilagosos uno medial y uno lateral entre los cóndilos femorales y la tibia (37) (38).

Como se ha mencionado la articulación está compuesta por tres huesos principales los cuales son:

- **Fémur (distal):** la diáfisis se extiende desde el cuello del fémur en dirección oblicua hacia medial hasta el extremo distal en la rodilla, es notable que la distancia es mayor entre las caderas que entre las rodillas y para compensar el acercamiento de los fémures al eje corporal, las tibias tienden a separarse. En el extremo distal el fémur se encuentran dos cóndilos, uno medial y uno lateral que se articulan con la tibia y también con la rótula (37) (38).
- **La tibia:** los huesos tibia y peroné forman el esqueleto de la pierna, sin embargo, el peroné no participa en la articulación de la rodilla, por lo cual la tibia es la encargada de transferir el peso, se articula por su extremo proximal con el fémur, presenta un ensanchamiento para soportar el peso y consta de los cóndilos medial y lateral separados por una región intercondílea, tiene una superficie articular superior denominada meseta tibial, la misma consta de dos caras articulares. En la cara anterior presenta la tuberosidad tibial la cual

constituye el punto de inserción del ligamento rotuliano, en su extremo distal se articula con el astrágalo y el peroné (39).

- **Rótula:** es el hueso sesamoideo más grande del cuerpo, tiene forma triangular, se encuentra en la parte anterior de la rodilla. La superficie anterior de la rótula es convexa, la cara posterior del hueso presenta dos carillas articulares una para el cóndilo medial y otra para el cóndilo lateral del fémur. (39).

La articulación de la rodilla consta de tres articulaciones:

- Las dos articulaciones femorotibiales, lateral y medial entre los cóndilos femorales y tibiales.
- Y una articulación intermedia femorrotuliana o femoropatelar entre la rótula y el fémur (39).

La estabilidad en la articulación de la rodilla depende de: la fuerza y las acciones de los músculos circundantes y sus tendones además de los ligamentos que conectan el fémur con la tibia y la refuerzan (39).

Las superficies articulares de los huesos que componen a la articulación de la rodilla están recubiertas por cartílago hialino. Los principales son los cóndilos femorales en zona distal del fémur y la parte proximal de la tibia las superficies adyacentes de la cara superior de los cóndilos tibiales, con respecto a las superficies articulares entre el fémur y la rótula son el surco en V en la porción distal del fémur en la unión de los cóndilos femorales y la cara posterior de la rótula (40).

#### **a. Meniscos**

Entre las superficies articulares del fémur y de la tibia se encuentran dos meniscos, son cartílagos fibrocartilaginosos en forma de C, uno medial y uno lateral, los mismos que se encuentran insertados por cada extremo a las carillas ubicadas en la meseta tibial. El menisco medial se inserta alrededor de su borde a la cápsula de la articulación y al ligamento colateral tibial, mientras que el menisco lateral no está unido a la cápsula,

por lo cual el menisco lateral es más móvil que el medial, los meniscos desempeñan un papel relevante ya que aumentan la congruencia entre las superficies articulares amortiguan y transmiten las fuerzas de compresión entre los dos huesos (40).

### **b. Cápsula articular**

La capsula articular de la rodilla es única y envuelve a las tres articulaciones que ya se han mencionado, consta de dos membranas una interna o sinovial y una externa o fibrosa, la cubierta interna de esta cápsula es la membrana sinovial que produce el líquido sinovial, el cual reduce la fricción durante los movimientos, cumple funciones de nutrición y defensa. La membrana fibrosa es muy rica en haces de colágeno y pobre en fibras elásticas. La cápsula tiene sostén adicional a través de los retináculos rotulianos o ligamentos capsulares y los ligamentos extracapsulares que rodean la articulación (36) (41).

### **c. Ligamentos**

Como se ha mencionado la capsula articular esta reforzada por ligamentos extracapsulares y capsulares entre los cuales tenemos el ligamento rotuliano, los ligamentos colaterales medial, lateral y los ligamentos cruzados anterior y posterior, estos ligamentos son los más importantes de la articulación de la rodilla (41).

- **El ligamento rotuliano:** corresponde a la continuación del tendón del músculo del cuádriceps por debajo de la rótula, se encarga de reforzar por delante la articulación.
- **Ligamentos colaterales medial y lateral:** se encuentran uno a cada lado de la articulación de la rodilla, se encargan de estabilizar el movimiento de la rodilla evitando movimientos excesivos impidiendo la luxación medial y lateral de la articulación. El ligamento colateral peróneo tiene forma de cuerda y este no se adhiere a la capsula articular, se extiende desde el epicóndilo lateral hacia la cabeza del peroné. El ligamento colateral interno tibial es plano y acintado, se fija en la capsula articular y principalmente en el menisco medial,

extendiéndose desde el epicóndilo medial del fémur hasta el cóndilo medial y la cara antero medial de la tibia (36) (41).

- **Ligamentos cruzados:** están en la región intercondílea de la rodilla y conectan el fémur con la tibia en el interior de la capsula articular, se denominan cruzados porque terminan cruzándose entre sus inserciones tibial y femoral. El ligamento cruzado anterior evita el desplazamiento anterior de la tibia respecto al fémur y el ligamento cruzado posterior limita el desplazamiento posterior siendo este el principal elemento estabilizador de la rodilla (40) (41).

### 2.3.1. Biomecánica

La rodilla es la articulación intermedia del miembro inferior, presenta un solo grado de libertad la flexoextensión que le permite aproximar o alejar el extremo del miembro, y en menor amplitud realiza rotación interna y externa, que ocurren específicamente en la articulación femorotibial. Esta articulación trabaja bajo compresión bajo acción de la gravedad. La mecánica articular resulta de gran complejidad, ya que por un lado ha de poseer una gran estabilidad en extensión completa para soportar el peso corporal sobre un área proporcionalmente pequeña; pero al mismo tiempo debe tener la movilidad necesaria para realizar la marcha y para orientar eficazmente al pie en relación con las irregularidades del terreno (24) (42).

Como resultado de la incongruencia articular y la diferenciación en la elasticidad de los ligamentos, la rodilla efectúa movimientos de deslizamiento ya sea anterior o posterior de la tibia o el fémur, dependiendo del tipo de cadena cinética que se esté realizando. Dichos movimientos están acompañados de una leve abducción o aducción de la tibia, la cual trata de equilibrar las fuerzas en varo o valgo que ocurren en la rodilla. Los ligamentos de la articulación de la rodilla presentan una disposición de sus fibras que permiten estabilizar la articulación mediolateralmente, brindando resistencia a las fuerzas valguizantes o varizantes y también la estabilizan anteroposteriormente (42).

Se ha señalado anteriormente el principal movimiento de la rodilla es el de flexo-extensión el cual se realiza en el plano sagital en el eje transversal el cual pasa entre los cóndilos, además de un movimiento de rotación cuando la rodilla está flexionada los cuales se describen a continuación:

- **Flexión:** tiene una amplitud articular de aproximadamente  $130^{\circ}$  partiendo desde  $0^{\circ}$  cuando la articulación se encuentra en extensión. La flexión pasiva alcanza una amplitud de  $160^{\circ}$ . En el movimiento de flexión activa intervienen los músculos isquiotibiales: semitendinoso, semimembranoso y bíceps femoral, además de los músculos de la pata de ganso: recto interno, sartorio y semitendinoso y el musculo poplíteo (24) (43).
- **Extensión:** en la articulación de la rodilla no existe una extensión absoluta debido a que en la posición de referencia la extremidad inferior ya se encuentra en completo alargamiento. Sin embargo, se puede realizar un movimiento de manera pasiva que puede llegar de  $5^{\circ}$  a  $10^{\circ}$ , y se denomina hiperextensión. La extensión activa por si sola rara vez sobrepasa la posición de referencia. Los músculos involucrados son el cuádriceps: el recto anterior, vasto interno, vasto externo y el musculo crural (24) (43).
- **Rotación axial:** se refiere a la rotación de la pierna en su eje longitudinal, solo se puede realizar con la rodilla en flexión, presenta una amplitud en rotación externa de  $40^{\circ}$  y de rotación interna de  $30$  a  $35^{\circ}$ . La rotación externa es realizada por la acción de el bíceps femoral y el musculo tensor de la fascia lata, mientras que en la rotación interna intervienen los músculos: sartorio, semitendinoso, grácil( recto interno) y el musculo poplíteo (24) (43).

### 2.3.2. Deformidades angulares de rodilla

Los cambios en la alineación del eje de las extremidades inferiores se consideran como propios del desarrollo normal y con tendencia a su corrección espontánea con el crecimiento. La presencia de las deformidades en el plano frontal tiene como

consecuencia la sobrecarga y por consiguiente el deterioro del compartimiento articular interno en el genu varo y del externo en el genu valgo (44) (45).

A largo plazo, las deformidades angulares pueden producir lesiones de meniscos, el desgaste articular puede evolucionar hacia una artrosis de articulaciones, tal como la artrosis de rodilla, cadera y tobillo cuando sea un adulto joven (46).

### **2.3.2.1. Genu varo**

El término el genu varum o genu varo se refiere al ángulo que se formado entre el fémur y la tibia, en el que la parte distal de la extremidad se acerca hacia la línea media, se caracteriza por tener las rodillas separadas o arqueadas, se lo conoce también como miembros inferiores en paréntesis que además está acompañada de una torsión tibial interna (47).

Durante el crecimiento la alineación en las extremidades inferiores del niño presenta modificaciones que se consideran fisiológicas, se pueden observar moderadas deformidades en varo durante el periodo embrionario y fetal, también en los primeros dos años de vida. Pasado esta edad el varo se supone como anormal esto puede influenciar de forma negativa en la mecánica de la rodilla. Se considera una desalineación marcada cuando la distancia entre las rodillas y los tobillos es igual o mayor a 10cm, y su relevancia es mínima cuando la distancia es menor o igual a 3cm (47).

El genu varo es más evidente cuando el niño empieza a caminar, su evolución es natural y su corrección suele ser espontánea hacia los 3 años de edad. Esta alteración puede deberse a otras afecciones como: raquitismo, enfermedad de Blount y displasias óseas (48).

El patrón de alteración en las extremidades inferiores en la infancia se ha comprobado que es constante entre las diferentes etnias, aunque con pequeñas diferencias o características. Hay que considerar que las modificaciones en la alineación son

fisiológicas en determinadas edades es por eso que ante una deformidad bilateral y simétrica en un niño menor de 3 años con un genu varo o un genu valgo entre los 3 y 7 años, lo único que se puede requerir es un seguimiento clínico por su pediatra (49).

### **2.3.2.2. Genu valgo**

Se caracteriza por la apertura del ángulo femoro-tibial hacia afuera en el plano frontal, en el que la parte distal de la extremidad se aleja de la línea media. Las rodillas se encuentran juntas y los tobillos separados, este tipo de alteración es frecuente en mujeres y en hombres altos, se puede acentuar en personas con sobrepeso y aumento de laxitud ligamentosa (50) (51).

Los niños tras el nacimiento suelen presentar un genu varo que se normaliza sobre los 2 años aproximadamente, posterior a esta edad el eje entre el muslo y la pierna se torna con un valgo de rodillas, cambio que se produce por el crecimiento transversal de la pelvis que desaparece gradualmente a los 6-7 años de edad. Es a partir de los 7 años cuando de forma paulatina se pasa al niño normolíneo que adquiere la alineación del adulto que se caracteriza por un genu valgo leve (50).

La distancia intermaleolar normal oscila entre 5-6 cm, la deformidad en valgo es moderada cuando la distancia intermaleolar de 8 a 10cm se asocia a niñas con obesidad, no tiene compromiso funcional pero puede causar molestias, suele ser bilateral y en la mayoría de los casos asintomático, se considera severo cuando la distancia intermaleolar es mayor a 15cm caso en el que es necesaria la corrección mediante hemiepifisiodesis (52).

El genu valgo no fisiológico puede estar relacionado a diferentes causas etiológicas como son: idiopáticas, tumorales, degenerativas, congénitas, infecciosas, endocrinas, neurológicas, miopáticas, metabólicas y traumáticas (53).

## 2.4.Cadera

La cadera es la región encargada de conectar los miembros inferiores con el tronco. En ella se encuentra la cintura pelviana que contiene dos huesos coxales grandes, uno a cada lado de la pelvis, se encuentran unidos por abajo al sacro de la columna vertebral. Esta disposición de los huesos tiene forma de anillo y se encarga de proporcionar una base sólida para soportar al tronco y articular los miembros inferiores con el esqueleto axial. En el lactante, cada coxal se compone de tres huesos separados: ilion, isquion y pubis. Posteriormente esos huesos se unifican para formar uno solo en el adulto (54).

El principal componente más proximal del miembro inferior es la articulación de la cadera o coxofemoral. La articulación tiene poca amplitud en cuanto a movimientos, debido a que cuenta con mayor estabilidad, por ello se considera una de las más difíciles de luxar de todo el cuerpo humano, tiene como función brindar soporte y orientar al miembro inferior en todas las direcciones en el espacio, presenta tres ejes y tres grados de libertad (24).

### a. Huesos coxales

Los huesos coxales son los que forman la cintura pélvica, los dos huesos se articulan en la línea media anteriormente en la sínfisis pubiana, además se unen al sacro y al fémur para conectar al tronco con los miembros inferiores. Cada hueso coxal está formado por la fusión de tres huesos primarios: ilion, isquion y pubis que al llegar a la edad adulta se unifican para formar uno solo.

Se conoce que la fusión del hueso coxal es firme en la edad adulta, pero aún se continúa utilizando sus nombres para describir las tres partes del hueso coxal que son:

- **Ilion:** Este hueso tiene forma de lámina acampanada, constituye el componente más grande del hueso coxal ubicado en la región superior, además forma la porción superior del acetábulo. El borde superior del ilion se denomina cresta



iliaca y puede palpase poniendo la mano sobre la cadera. En su porción anterior presenta las espinas iliacas anterosuperior y anteroinferior donde se fijan ligamentos y tendones de músculos del miembro inferior (55) (56).

- **Isquión:** Forma la porción posteroinferior del hueso coxal, presenta un cuerpo superior y una rama isquiática que se une al pubis. El isquión se une al pubis y al ilion para formar el acetábulo. Además presenta una proyección ósea rugosa denominada tuberosidad isquiática, cuya función consiste en soportar del peso en sedestación (39) (56).
- **Pubis:** Forma la porción anterior del acetábulo, y la parte anteroinferior del hueso coxal, además presenta una rama superior e inferior que se proyecta desde el cuerpo hacia lateral. La cara sinfisiaria del cuerpo del pubis se une con la cara, del cuerpo de su homologo contralateral formando la articulación sínfisis del pubis. Presenta una saliente superior y una inferior, las cuales envuelven a una hendidura de considerable tamaño denominado agujero obturador (40) (56).
- El acetábulo se sitúa en la superficie lateral del hueso coxal, nace de la fusión del ilion, pubis e isquión, tiene forma de copa para poder articularse con la cabeza del fémur y formar la articulación coxofemoral. La pared del acetábulo consta de tres partes no articulares y articulares.

## b. Fémur

El fémur es el hueso que se ubica en el muslo, siendo el más largo del cuerpo. Está constituido por una diáfisis o cuerpo, y dos epífisis el extremo superior e inferior. Su extremo proximal es característico, por presentar una cabeza un cuello y dos proyecciones óseas (los trocánteres mayor y menor) en la parte superior de la diáfisis. Esta levemente arqueado anteriormente y se extiende en diagonal, de lateral a nivel de cadera hacia medial llegando hasta la rodilla, la inclinación es mayor en las mujeres debido a que tienen una pelvis más ancha (57).

La cabeza del fémur tiene forma esférica y está recubierta por cartílago articular, se articula con el acetábulo del hueso coxal exceptuando una pequeña depresión denominada fosita de la cabeza femoral. El extremo distal del fémur termina en dos cóndilos femorales medial y lateral, estos se articulan con los cóndilos de la tibia para constituir la articulación de la rodilla. El hueso transmite el peso corporal desde el hueso coxal a la tibia cuando la persona está en bipedestación (40).

El ángulo de inclinación se forma en la parte proximal del fémur debido a la forma de L que presenta. Este ángulo es de 115 a 140° en el adulto con un promedio de 126°, es menor en las mujeres debido al aumento en la anchura de los acetábulos y el aumento de oblicuidad del cuerpo del fémur. Este ángulo permite una mayor movilidad del fémur a nivel de la articulación coxofemoral ya que sitúa la cabeza y el cuello más perpendiculares al acetábulo. Al observar al fémur superiormente donde el extremo proximal este sobrepuesto sobre el distal, se puede apreciar que el eje de la cabeza y del cuello del fémur y el eje transversal de los cóndilos femorales se cruzan en el eje longitudinal del cuerpo del fémur formando ángulo de declinación cuyo valor es de 8° en el hombre y de 12° en la mujer. El ángulo de inclinación y el ángulo de torsión permiten realizar los movimientos rotatorios en la articulación coxofemoral (39) (40).

### **c. Articulación coxofemoral**

La articulación de la cadera o coxofemoral es una articulación sinovial, muy móvil, pero a la vez estable, es de tipo esferoidea en la parte proximal del fémur y el acetábulo situado en el hueso coxal. Las superficies articulares son la cabeza esférica del fémur y la superficie semilunar del acetábulo, esta rodea casi por completo la cabeza hemisférica del fémur y favorece a la estabilidad de la articulación. Los músculos que cruzan la articulación, especialmente en las regiones glúteas proporcionan estabilidad y movilidad adicionales (55).

La articulación coxofemoral se encarga de transmitir el peso del tronco al miembro inferior, proporcionando la estabilidad necesaria además de amplitud de movimiento.

El peso es transmitido desde el acetábulo hacia la cabeza del fémur pasa por el cuello continuando hacia la diáfisis y a la articulación de la rodilla (58).

La cápsula articular se encuentra cubierta en el interior por una membrana sinovial, la cual se encarga de segregar el líquido sinovial, externamente es fibrosa. Las fibras de la capsula que rodean el cuello femoral en forma circunferencial se las conoce con el nombre de zona orbicular; y las fibras restantes que se extienden a lo largo del cuello del fémur conducen vasos sanguíneos hasta la cabeza femoral y la sinovial (58).

#### **d. Ligamentos de la cadera**

La capsula articular de la cadera se encuentra reforzada por ligamentos tanto en su cara anterior como en su cara posterior.

En la cara anterior se encuentran los siguientes ligamentos:

- **El ligamento iliofemoral:** con forma de abanico fibroso, se extiende desde la superficie anterior de la espina iliaca anteroinferior y llega al fémur a la línea intertrocantérea anterior. El ligamento se encarga de soportar la hiperextensión y rotación externa forzadas del fémur.
- **El ligamento pubofemoral:** sus fibras se extienden desde la rama iliopubiana hacia la parte inferior de la línea intertrocantérica. Al presentarse rotura de este ligamento se produce continuidad de la capsula articular y la bolsa iliopectínea. El ligamento tolera el movimiento de abducción forzada (58).

En la cara posterior se encuentra solo un ligamento:

- **El ligamento isquiofemoral:** es uno de los ligamentos más delgados su inserción es en la parte posterior del acetábulo, las fibras del ligamento se dirigen hacia la cara interna del trocánter mayor del fémur por delante de la fosa digital y el extremo supero-lateral de la línea intertrocantérica (58).

En la cadera también se encuentra el ligamento redondo de la cabeza del fémur se despliega desde la incisura acetabular y del ligamento transverso del acetábulo hasta llegar a la fosita de la cabeza del fémur, su influencia es mínima en la limitación de los movimientos debido a que pasa ligeramente tenso (58).

#### 2.4.1. Biomecánica

Los movimientos en la cadera son ejecutados por la articulación coxofemoral. Su importancia resulta vital, ya que es la articulación inicial de la cadena cinética de la extremidad inferior, pertenece al tipo enartrosis, por presentar una forma esférica y es coaptada, tiene amplitud de movimiento reducida que es compensada por el raquis lumbar, pero esto le proporciona mayor estabilidad, esta articulación trabaja en compresión debido a que soporta el peso del cuerpo. El movimiento de la cabeza del fémur en el acetábulo se realiza pivotando alrededor del centro de rotación, mediante el deslizamiento de las superficies articulares entre sí, el cual debe ser tangencial al punto de contacto en las superficies. En estados patológico aparecen picos de compresión en determinadas zonas produciendo alteración de las superficies articulares y del patrón cinemático. En la cadera normal la distribución de las fuerzas de compresión es armónica es decir que cada centímetro cuadrado soporta una presión similar (25) (59) .

La cinemática de la articulación de la cadera tiene tres grados de movimiento, los planos y los ejes se mencionan a continuación.

En el plano sagital y alrededor del eje transversal se ejecutan los movimientos de:

- **Flexión:** la amplitud de movimiento es de 120° cuando la rodilla esta flexionada, mientras que con la rodilla en extensión el rango es de 90° la posición de la rodilla influye en la amplitud del movimiento. Los músculos que intervienen son: principalmente el iliopsoas y como auxiliares están el recto femoral, sartorio, el pectíneo, tensor de la fascia lata.
- **Extensión:** se realiza en el mismo eje y plano que la flexión, presenta una movilidad alrededor de los 30°. Los músculos que actúan para realizar este

movimiento son el glúteo mayor, isquiotibiales (semitendinoso, semimembranoso, bíceps femoral) y el aductor mayor (25).

En el plano frontal se encuentra el eje anteroposterior, el cual pasa por el centro de la articulación, este permite realizar los movimientos de: abducción y aducción.

- **Abducción:** el rango articular se encuentra entre 30° a 40° de amplitud. Los músculos que intervienen son el glúteo medio y menor, además del tensor de la fascia lata.
- **Aducción:** se realiza de manera más efectiva con la cadera flexionada, la amplitud de movimiento articular es de 20° y 30°. A cargo de este movimiento están los músculos aductores, recto interno y pectíneo (60).

Y en el plano transversal se encuentra el eje longitudinal, este permite realizar los movimientos de rotación interna y externa de la cadera.

- **Rotación externa:** como se mencionó este movimiento se realiza en el plano transversal y el rango de movimiento articular es de 45° por acción del glúteo mayor, los obturadores externo e interno y los gemelos.
- **Rotación interna:** tiene una amplitud de movimiento aproximado de 35°, el movimiento es promovido por acción del tensor de la fascia lata y las fibras anteriores del glúteo menor (25) (60).

#### 2.4.2. Deformidades angulares de cadera

Las alteraciones rotacionales son muy comunes en los niños y pueden producir cambios en la posición del pie durante la marcha. Las rotaciones que se encuentran entre dos desviaciones estándar del promedio se consideran normales y se las conoce como *versiones*, cuando la rotación está fuera de ese valor es anormal y se lo denomina como *torsión*, las modificaciones en el ángulo de declinación se denominan antetorsión y retortorsión femoral. Es importante recalcar que esa nomenclatura por lo general no

se cumple y se utiliza términos como anteversión femoral aumentada y retroversión femoral, se utilizan frecuentemente para referirse anomalías torsionales (9).

La cabeza del fémur forma dos ángulos diferentes con el eje del fémur conocidos como ángulo de inclinación y ángulo de declinación. El ángulo de inclinación se refiere al ángulo entre el eje largo del cuello femoral y el cuerpo femoral. Las alteraciones se denominan coxa vara y coxa valga (61).

#### **2.4.2.1. Coxa Valga y Coxa Vara**

El ángulo de inclinación es la medida del ángulo en el cuello del eje del fémur en el plano frontal. En el nacimiento los bebés presentan ángulos aproximadamente de  $150^\circ$ , pero este disminuye con la edad para llegar a tener en la edad adulta un ángulo de casi  $125^\circ$ . Al ser el ángulo de inclinación mayor a  $125^\circ$  en la edad adulta se produce una deformación denominada coxa valga. En algunos casos puede llegar a medir hasta  $180^\circ$ , si hay presencia de esta alteración no existen controles esqueléticos para restringir las amplitudes de movimiento, lo cual puede promover así la dislocación.

Si el ángulo de inclinación es menor de  $125^\circ$  se denomina coxa vara, esto quiere decir que existe una separación o ensanchamiento de las caderas, la presencia de coxa vara produce restricción de la capacidad para abducir debido al impacto del trocánter mayor contra el íleon y también hay una limitación de la rotación medial del fémur (61).

#### **2.4.2.2. Anteversión femoral**

La antetorsión o anteversión femoral se refiere a la relación que existe entre dos planos, uno que pasa por el cuello femoral y otro que atraviesa los cóndilos femorales. En este caso el ángulo de torsión de la cabeza y el cuello del fémur está rotado anteriormente más allá de lo que se puede considerar una torsión normal con respecto a la diáfisis. Resultado de esto se obtiene una amplitud de rotación medial de cadera exagerada mientras que la rotación lateral se encuentra limitada (62).

Se caracteriza por presentar un patrón de marcha con los pies hacia dentro, con las rotulas que miran hacia la línea media. En el examen físico es evidente un aumento de la rotación interna y disminución de la rotación externa de cadera (50).

La anteversión femoral se considera fisiológica al nacer tiene un rango de 35°, este valor va disminuyendo durante todo el crecimiento la disminución es rápida entre el año y los 5 años y se mantiene estable hasta los 10 años para disminuir de nuevo entre los 10 y 15 años, para finalmente establecerse y adquirir el patrón de anteversión de un adulto que es aproximadamente de 10° a 15°, suele ser bilateral y se corrige espontáneamente, los pacientes tienen tendencia a sentarse en “W” (63).

En la exploración estática el morfotipo que se observa es presencia de genu valgo, pie normal o plano además de exceso de rotación interna  $\geq 70^\circ$ , antetorsión femoral exagerada  $\geq 30^\circ$  y torsión tibial externa normal, es frecuente en menores de 8 años y tiende a normalizarse, pero su presencia es rara a partir de los 12 años. La antetorsión se ha clasificado según el grado de rotación interna de la cadera, es leve si la rotación interna se encuentra entre 70° y 80°, se considera moderadamente exagerada de 80° a 90° y grave por encima de los 90° (63).

#### **2.4.2.3. Retroversión femoral**

Esta alteración se caracteriza por presentar el ángulo de torsión de la cabeza y el cuello del fémur rotados posteriormente con respecto a la diáfisis, teniendo como resultado limitación en la amplitud rotacional medial mientras que la amplitud de rotación lateral es excesiva. Es una variante anatómica en la que los pies y las rótulas se dirigen hacia fuera este tipo de alteración es la menos frecuente, pero puede modificar el patrón de marcha que puede alterar la relación del fémur y la rótula, generando dolor y aumento del consumo energético (47) (62).

En la exploración estática es común observar en la mayoría de los casos un morfotipo con pie normal, una rotación externa exagerada en la cadera con disminución de la rotación medial, retrotorsión femoral y torsión tibial externa normal. Representa alrededor del 2% de las anomalías rotacionales (64). La retroversión femoral suele ser frecuente en los niños con obesidad y en forma unilateral, es más común en el lado derecho (65).

## **2.5. Influencia de las cadenas musculares de apertura y cierre en el miembro inferior**

Las cadenas musculares se caracterizan por tener una influencia tanto estática como dinámica en el miembro inferior, son las responsables de generar los movimientos y proporcionan la estabilidad estática y dinámica de las diferentes articulaciones.

Las articulaciones de la extremidad inferior tienen dos cualidades un poco contradictorias: la coherencia y la movilidad. Debido a esto las articulaciones están poco fijadas y las terminaciones tendinomusculares toman la función de ligamento activo. Las cadenas musculares están organizadas de tal manera que proporcionan estabilidad, alineación, movilidad y libertad gestual necesaria (66).

### **2.5.1. Cadena de apertura**

La cadena tiene un recorrido que es continuación de la cadena cruzada posterior del tronco, va desde sacro y del iliaco, descendiendo en dirección hacia delante y hacia fuera. La cadena se une por el plano superficial del glúteo mayor, por el borde posterior de la fascia lata, continua hacia el vasto externo y de la rótula, sobre el cóndilo femoral interno y la tibia. Al llegar a este punto el recorrido pasa hacia postero-interno por los músculos gemelo interno y retromaleolares internos y finaliza en la bóveda plantar en el arco interno y el primer dedo (66).

Al presentarse alteraciones en la cadena de apertura puede producir modificaciones en su recorrido por el miembro inferior: a nivel de la cadera se produce rotación externa y abducción, en niveles inferiores provoca varo de rodilla y varo de calcáneo además de supinación del pie y de los dedos (66).

### **2.5.2. Cadena de cierre**

La cadena de cierre es continuación de la cadena cruzada anterior su recorrido comienza en la zona medial del muslo en dirección hacia abajo y afuera, atraviesa la línea media de la extremidad inferior a nivel de la rótula y continua por la cara de los músculos peróneo para llegar a la parte externa del pie cruza por el hueso cuboides en la cara plantar y finaliza su recorrido en el primer dedo (66).



En el caso de la cadena de cierre de encontrarse alterada tendría como consecuencia: la rotación interna del fémur y aducción de cadera produciendo valgo de cadera, rodilla y calcáneo incluyendo la pronación de los dedos del pie. Es decir que la cadena de cierre tiende a provocar la rotación interna del miembro inferior y también la pronación del pie que tiene como consecuencia pie plano (66).

## **2.6. Instrumentos de evaluación**

### **2.6.1. Índice del arco**

El índice de arco (IA) es un instrumento descrito por Cavanagh y Rodgers en el año 1987, es una medida útil que permite evaluar la altura del arco interno del pie, se considera uno de los parámetros de la huella plantar que se encuentra entre los más citados en la literatura. El índice del arco se lo define como “la proporción entre las áreas de contacto de las diferentes partes de la huella plantar excluyendo los dedos” (67).

Las plantigrafías se procesan mediante un software desarrollado por Aguado et al, para el cálculo de áreas plantares denominado AreaCalc el mismo que se basa en el protocolo del índice del arco y que ha sido utilizado en otros estudios para tipificar la huella plantar (68) (69) (70).

El análisis se realiza mediante la obtención de la impresión de la huella plantar estática en apoyo bipodal y se procede con la digitalización de la misma, el índice de arco no considera la zona impresa de los dedos, para segmentar el pie en tres partes iguales se debe que tomar en cuenta el eje axial del pie, para ello se traza una línea que va desde el centro del talón (punto a) cruza por su centro y pasa por el eje segundo dedo hasta lo más alto. Se realiza el trazo de una segunda línea siendo perpendicular a la primera dibujada de manera tangencial a la zona más anterior de la huella sin considerar los dedos, el punto de intersección entre las líneas trazadas se designa como *punto b*. la línea *ab* se divide en tres segmentos de igual longitud, dando como resultado tres áreas denominadas: antepié, mediopié y retropié (71).

De esta manera se obtienen los siguientes valores que determinan el tipo de pie mediante la aplicación de la ecuación:

$$AI = \frac{B}{(A + B + C)}$$

Donde A corresponde al área del retropié, B al área del mediopié y C corresponde al área del antepié.

### **Resultados**

Los autores clasificaron el tipo de pie de la siguiente manera:

- Pie cavo se considera cuando el arco es alto, el índice del arco es  $\leq 0.21$ .
- Pie normal presenta un arco normal está comprendido entre  $0,21 < IA < 0,26$ .
- Pie plano se considera cuando el arco es bajo, los parámetros del índice del arco son igual o mayor a  $\geq 0.26$  (71).

#### **2.6.2. Ángulo Q**

Es importante la medición en la exploración de la extremidad inferior, para determinar síndromes de mala alineación postural. Consiste en una medición estática del ángulo formado entre una línea desde la espina iliaca anterosuperior y la rótula, y otra que va desde la rótula hasta el centro de la tuberosidad anterior de la tibia (72).

En la exploración el posicionamiento es importante porque diferentes posiciones de la cadera y el pie pueden alterar la medición ángulo Q, para ello el paciente se coloca en decúbito supino, el eje del goniómetro sobre el punto medio de la rótula con el brazo fijo del goniómetro va sobre el muslo en dirección a la espina iliaca anterosuperior. El brazo móvil se sitúa sobre el tubérculo tibial (73).

### **Resultados**

En los hombres el ángulo Q tiene una amplitud normal entre  $10^\circ$  a  $15^\circ$  y normalmente en las mujeres es de  $10^\circ$  a  $19^\circ$  si presenta valores mayores a los normales se refiere a una alteración en la alineación con presencia de genu valgo o están relacionados a disfunción femorrotuliana o anteversión femoral aumentada, valores menores del

ángulo Q significa presencia de genu varo o están asociados a condromalacia y rótula alta (36) (73).

### **2.6.3. Test de Craig**

La prueba o Test de Craig se utiliza para valorar en la extremidad examinada el componente de anteversión, retroversión o normalidad del ángulo femoral (74).

La exploración se realiza con el paciente en decúbito prono, con una mano el explorador palpa el trocánter mayor y con la otra mano se encarga de realizar pasivamente la rotación interna y externa de la cadera con la rodilla a 90° de flexión hasta determinar donde se encuentra más prominente el trocánter. A continuación, se mide con el goniómetro el ángulo formado entre una vertical y el eje de la pierna (75).

### **Resultados**

Los valores normales se encuentran entre 8 y 15°, valores mayores a los normales indican anteversión y valores menores a lo normal revelan retroversión femoral (76).

## **2.7. Marco Legal y Ético**

### **2.7.1. Constitución de la República del Ecuador**

*La constitución de la República del Ecuador aprobada en el 2008 tiene como referencia varios puntos que sustentan la siguiente investigación*

***Título II: Derechos***

***Capítulo Segundo: Derechos del Buen Vivir***

***Sección séptima: Salud***

**Art. 32.-** “La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir” (77).

### **Capítulo Tercero: Derechos de las personas y grupos de atención prioritaria**

**Art. 35.-** “Las personas adultas mayores, niñas, niños y adolescentes, mujeres embarazadas, personas con discapacidad, personas privadas de libertad y quienes adolezcan de enfermedades catastróficas o de alta complejidad, recibirán atención prioritaria y especializada en los ámbitos público y privado. La misma atención prioritaria recibirán las personas en situación de riesgo, las víctimas de violencia doméstica y sexual, maltrato infantil, desastres naturales o antropogénicos. El Estado prestará especial protección a las personas en condición de doble vulnerabilidad” (77).

#### **Sección quinta: Niñas, niños y adolescentes.**

**Art. 44.-** “El Estado, la sociedad y la familia promoverán de forma prioritaria el desarrollo integral de las niñas, niños y adolescentes, y asegurarán el ejercicio pleno de sus derechos; se atenderá al principio de su interés superior y sus derechos prevalecerán sobre los de las demás personas” (77).

## **Título VII: Régimen del Buen Vivir**

### **Capítulo primero: Inclusión y equidad**

#### **Sección segunda: Salud**

**Art. 358.-** “El sistema nacional de salud tendrá por finalidad el desarrollo, protección y recuperación de las capacidades y potencialidades para una vida saludable e integral, tanto individual como colectiva, y reconocerá la diversidad social y cultural. El sistema se guiará por los principios generales del sistema

*nacional de inclusión y equidad social, y por los de bioética, suficiencia e interculturalidad, con enfoque de género y generacional” (77).*

*Art. 359.- “El sistema nacional de salud comprenderá las instituciones, programas, políticas, recursos, acciones y actores en salud; abarcará todas las dimensiones del derecho a la salud; garantizará la promoción, prevención, recuperación y rehabilitación en todos los niveles; y propiciará la participación ciudadana y el control social” (77).*

*Art. 360.- “El sistema garantizará, a través de las instituciones que lo conforman, la promoción de la salud, prevención y atención integral, familiar y comunitaria, con base en la atención primaria de salud; articulará los diferentes niveles de atención; y promoverá la complementariedad con las medicinas ancestrales y alternativas” (77).*

## **2.7.2. Código de la Niñez y Adolescencia**

*Libro Primero: Los niños, niñas y adolescentes como sujetos de derechos*

*Capítulo II: Derechos de supervivencia*

*Art. 27.- Derecho a la salud. – “Los niños, niñas y adolescentes tienen derecho a disfrutar del más alto nivel de salud física, mental, psicológica y sexual” (78).*

## **2.7.3. Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida**

*Eje 1: Derechos para Todos Durante Toda la Vida*

*Objetivo 1: Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas*

**Políticas:**

**1.5.** *“Fortalecer el sistema de inclusión y equidad social, protección integral, protección especial, atención integral y el sistema de cuidados durante el ciclo de vida de las personas, con énfasis en los grupos de atención prioritaria, considerando los contextos territoriales y la diversidad sociocultural” (79).*

**1.6.** *“Garantizar el derecho a la salud, la educación y al cuidado integral durante el ciclo de vida, bajo criterios de accesibilidad, calidad y pertinencia territorial y cultural” (79).*

## CAPÍTULO III

### 3. Metodología de la Investigación

#### 3.1. Tipo de la investigación

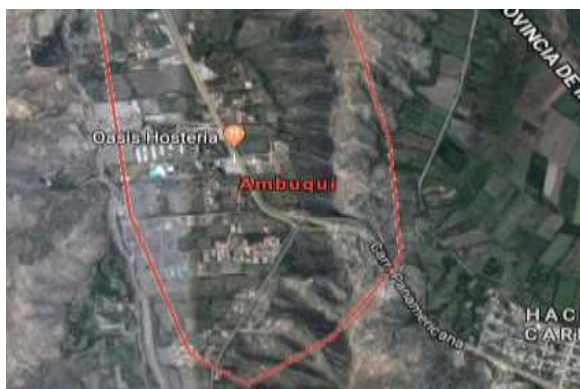
La investigación es de tipo cuantitativa debido a que se realizó la recolección, análisis y asociación de datos sobre las características encontradas en la muestra de estudio. Al mismo tiempo fue de una investigación de tipo descriptiva en la cual se realizó el análisis de las características sobre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla de los escolares evaluados. Además es correlacional ya que se pretendía determinar si las variables estudiadas se encuentran asociadas (80).

#### 3.2. Diseño de la investigación

Este proyecto de investigación pertenece a la línea de salud y bienestar integral, es de tipo no experimental ya que no hubo manipulación de las variables, la muestra que participo en el estudio fue observada en su contexto natural. El diseño de la investigación fue de corte transversal debido a que se realizó la recolección de datos sobre las variables planteadas en un momento determinado y tiempo único (80).

#### 3.3. Localización y Ubicación del Estudio

El presente estudio se realizó en Ambuquí, Parroquia rural del cantón Ibarra.



### **3.4. Población**

#### **3.4.1. Población**

La Unidad Educativa “Cesar Borja” perteneciente a la Parroquia de Ambuquí cuenta con 116 escolares de 6 a 11 años de edad.

#### **3.4.2. Muestra**

La muestra se determinó después de haber aplicado los criterios de inclusión y exclusión y quedo conformada por 62 escolares de etnia mestiza de 6 a 11 años.

#### **3.4.3. Criterios de Inclusión**

Se incluirá en el estudio aquellos niños/as que presenten los siguientes aspectos:

- Escolares entre 6 y 11 años pertenecientes a la unidad educativa “Cesar Borja” de la parroquia de Ambuquí
- Escolares de etnia mestiza
- Consentimiento informado firmado por parte de los tutores legales.
- Escolares que asistan el día de la evaluación.

#### **3.4.4. Criterios de Exclusión**

Se excluirá del estudio a todos aquellos niños/as que presenten los siguientes aspectos:

- Escolares de otra etnia diferente a la mestiza
- Discapacidad física
- Enfermedades neurológicas.
- Lesiones del SOMA en miembro inferior (traumatismos, fracturas) en los últimos 6 meses.



### 3.5. Operacionalización de Variables

VARIABLES DE CARACTERIZACIÓN	CLASIFICACIÓN	INDICADOR	ESCALA	DESCRIPCIÓN
Edad	Cuantitativa Continua	Ficha de caracterización	6 a 11 años	Se refiere a cada uno de los períodos en que se considera dividida la vida humana (81).
Género	Cualitativa Nominal	Ficha de caracterización	Masculino	“Se refiere a las ideas, normas y atributos que la sociedad ha establecido para hombres y mujeres” (82).
			Femenino	

VARIABLES DE INTERES	CLASIFICACIÓN	INDICADOR	ESCALA	DESCRIPCIÓN
Huella plantar	Cualitativa Nominal	Índice del arco	Pie cavo: $\leq 0,21$	Es la impresión la planta del pie sobre un plano horizontal, sirve para estudiar la disposición estructural del pie (83).
			Pie normal: $0,21 < IA < 0,26$	
			Pie plano: $\geq 0,26$	
Angulación de cadera	Cualitativa Nominal	Test de Craig	Retroversión femoral: $< 8^\circ$	Es el ángulo que forma el eje del cuello del fémur con el eje longitudinal de la diáfisis del fémur (84).
			Normal: $8^\circ - 15^\circ$	
			Anteversión femoral: $> 15^\circ$	
	Cualitativa	Ángulo Q	Varo	

Angulación de rodilla	Nominal		Normal	Es el ángulo que se forma entre el eje del cuádriceps y el tendón rotuliano (85).
			Valgo	

### 3.6. Métodos Recolección de Información

#### 3.6.1. Métodos Empíricos:

- **Método Observacional**

El método consiste en la realización del registro sistemático, válido y confiable de situaciones observables, el presente estudio fue de gran relevancia debido a que permitió la recolección de información de aspectos específicos en los sujetos de estudio basados en objetivos determinados (80).

- **Método Estadístico**

El método estadístico se utilizó con el fin de indicar diferencias entre distintos grupos como porcentajes, promedios y puntuaciones totales, para ello se elaboró una matriz en Excel de los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos de la muestra de los sujetos de estudio, con lo que se procedió a realizar la tabulación y análisis de resultados con el programa SPSS 25.0 para Windows, aplicando la prueba estadística V de Cramer para determinar la asociación de las variables (80).

#### 3.6.2. Métodos Teóricos:

- **Método analítico**

El método analítico consistió en separar o extraer por partes ciertas características de lo estudiado y de esta manera realizar un análisis de cada aspecto para determinar las causas, efectos y relaciones que puede existir entre sí (80).

- **Método bibliográfico**

Este método implicó la consulta y utilización de fuentes primarias, bibliografía de relevancia de la cual se extrajo la información necesaria para la elaboración del marco teórico (80).

### **3.7. Métodos de Recolección de Información**

#### **3.7.1. Técnicas**

- **Encuesta:** técnica utilizada por el investigador para recoger información proporcionada verbalmente o escrita por un informante o sujeto de estudio mediante un cuestionario estructurado sobre datos que desea obtener (86).
- **Observación:** esta técnica permite obtener información a través del registro de las características o comportamientos de individuos (87).

#### **3.7.2. Instrumentos**

- **Índice del arco:** Instrumento que mediante la medición de las áreas del antepié, mediopié y retropié determina el tipo de huella plantar.
- **Angulo Q:** Valora el ángulo que se forma entre el muslo y el tendón rotuliano para determinar normalidad, varo o valgo.
- **Test de Craig:** Valora mediante goniometría el ángulo de torsión femoral del miembro inferior, para determinar la presencia de anteversión o retroversión.

### **3.8. Validación de instrumentos**

- **Índice del Arco:** el índice de arco fue descrito por Cavanagh y Rodgers en el año 1987, en un estudio realizado en 145 estudiantes demostró ser el más

apropiado para evaluar el pie ya que considera las áreas de apoyo plantar y excluye el área de apoyo de los dedos, tiene significativa fiabilidad entre 0,93 y 0,95 (71).

- **Angulo Q:** este instrumento fue descrito por Brattstrom en 1964. En una investigación realizada en Cuenca a 60 deportistas se utilizó para determinar la alineación de las rodillas, el ángulo Q medido convencionalmente en posición supina con goniometría fue documentado también en un estudio el cual determinó la fiabilidad interexaminador e intraexaminador con un coeficiente de correlación intraclase de 0,88 (88) (89).
- **Test de Craig:** el test es uno de los más comunes utilizados en el examen físico de miembros inferiores permite determinar si los sujetos presentan ángulo normal, anteversión o retroversión femoral, en un estudio sobre la cinemática de la extremidad inferior en atletas con o sin dolor medial señala que la confiabilidad de este test es alta y oscila entre 0,80 y 0,90 (76).

## CAPÍTULO IV

### 4. Análisis e interpretación de datos

Tabla 1

*Resultados caracterización según edad y género*

Edad	Género		Total
	Masculino	Femenino	
6	7 11,3%	5 8,1%	12 19,4%
7	6 9,7%	9 14,5%	15 24,2%
8	4 6,5%	6 9,7%	10 16,1%
9	3 4,8%	3 4,8%	6 9,7%
10	5 8,1%	5 8,1%	10 16,1%
11	4 6,5%	5 8,1%	9 14,5%
Total	29 46,8%	33 53,2%	62 100,0%

De acuerdo a los datos obtenidos de la muestra, se observó que predominó el género femenino con el 53,2%, y en menor porcentaje se encontró el género masculino con el 46,8%. El mayor porcentaje de estudiantes evaluados se encontró en la edad de 7 años siendo el 24,2%, de los cuales el 14,5% pertenecieron al género femenino y el 9,7% al género masculino. Los resultados obtenidos en este estudio difieren con los datos de un estudio realizado por Saltos et al, en la ciudad de Guayaquil en el año 2019, sus resultados demuestran un predominio del género masculino con el 52,56% y el género femenino fue representado por el 47,43% (90).

Tabla 2

*Resultados del tipo de huella plantar dominante*

Tipo de huella	Frecuencia	Porcentaje
Pie Cavo	11	17,7 %
Pie Normal	26	41,9 %
Pie Plano	25	40,3 %
Total	62	100,0 %

En la evaluación de la huella plantar se evidenció que el 41,9% de la muestra presentó pie normal, seguido por pie plano en el 40,3% de los estudiantes y en menor porcentaje se encontró pie cavo en el 17,7% de los evaluados.

Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan con el estudio elaborado en Chile que incluyó niños entre las edades de 6 y 12 años, demostró mayor presencia de pie normal en el 59% de la población y la anomalía de pie más prevalente fue el pie plano con el 28% y pie cavo con el 13% (91).

Tabla 3

*Resultados de la angulación de cadera*

Ángulo de cadera	Frecuencia	Porcentaje
Retroversión femoral	7	11,3 %
Normal	36	58,1 %
Anteversión femoral	19	30,6 %
Total	62	100,0 %

En la evaluación de cadera se obtuvo que en el 58,1% de los escolares existe presencia de normalidad en el ángulo de cadera, siendo este el mayor porcentaje; mientras que el 30,6% presentó anteversión femoral y el 11,3% retroversión femoral.

En comparación con el estudio de Jackson et al, realizado en Estados Unidos en 278 pacientes de los cuales el 78,7% presentó ángulo normal, el 12,2% anteversión femoral y el 8,9% retroversión femoral (92), estos datos concuerdan con el presente estudio.

Tabla 4

*Resultados de la angulación de rodilla*

Angulación de rodilla	Frecuencia	Porcentaje
Varo	6	9,7 %
Normal	35	56,5 %
Valgo	21	33,9 %
Total	62	100,0 %

De acuerdo a los datos obtenidos de la evaluación en rodilla se evidenció alineación normal en el 56,5% de la muestra, el 33,9% presentó valgo y el 9,7% siendo el menor porcentaje pertenece a escolares con rodillas en varo.

Así se encontró un estudio que presenta resultados que concuerdan con los obtenidos en esta investigación, el estudio de Córdova et al, realizado en edades entre 2 meses a 14 años se evidenció alineación normal de rodilla en el 67% de los evaluados, seguido por la alteración de genu valgo con el 25%, mientras que el genu varo estuvo presente en el 8% de la población evaluada (93).



Tabla 5

*Relación entre huella plantar y angulación de cadera*

Huella plantar	Angulación de cadera			Total
	Retroversión femoral	Normal	Anteversión femoral	
Pie Cavo	2 3,2%	9 14,5%	0 0,0%	11 17,7%
Pie Normal	5 8,1%	14 22,6%	7 11,3%	26 41,9%
Pie Plano	0 0,0%	13 21,0%	12 19,4%	25 40,3%
Total	7 11,3%	36 58,1%	19 30,6%	62 100,0%

De acuerdo a los datos obtenidos de la relación de la huella plantar con la angulación de cadera, se evidenció que del 41,9% de escolares que presentaron pie normal, el 22,6% tuvo ángulo de torsión femoral normal, en menores porcentajes se encontró la anteversión con el 11,3% y retroversión femoral en el 8,1%.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los del estudio realizado en Túnez incluyó 110 niños, los resultados fueron que el 74,5% de los casos presentaron pie normal de los cuales el 44,7% no presentaron anomalías de torsión y el 29,8% anteversión femoral (94).

Tabla 6

*Relación huella plantar y angulación de cadera según V de Cramer*

Resultados relación huella plantar-cadera			
		Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi	,440	,017
	V de Cramer	,311	,017
N de casos válidos		62	

De acuerdo a la aplicación de la prueba estadística V de Cramer, con un nivel de confianza del 95% y significancia de 0,05. El resultado de este estudio tuvo un valor de significancia de 0,017 lo cual expresa que, si hay relación, entre la huella plantar y la angulación de cadera en escolares mestizos de la Unidad Educativa “Cesar Borja”. Los resultados obtenidos concuerdan con el estudio de Sonia et al, en el año 2015 cuyo objetivo fue correlacionar el pie plano y los desórdenes torsionales de miembro inferior en niños, el cual presentó una correlación de 0,001 (94).

Tabla 7

*Relación entre huella plantar y angulación de rodilla*

Huella plantar	Ángulo de rodilla			Total
	Varo	Normal	Valgo	
Pie Cavo	4 6,5%	7 11,3%	0 0,0%	11 17,7%
Pie Normal	2 3,2%	19 30,6%	5 8,1%	26 41,9%
Pie Plano	0 0,0%	9 14,5%	16 25,8%	25 40,3%
Total	6 9,7%	35 56,5%	21 33,9%	62 100,0%

Según los datos obtenidos en la relación de la huella plantar y la angulación de rodilla se evidenció que del 41,9% de escolares que presentaron pie normal el 30,6% tuvo alineación normal en rodilla, mientras que el 8,1% presentó valgo de rodilla y el varo de rodilla estuvo presente en el 3,2% de los escolares.

Los resultados concuerdan con el estudio realizado por Lin et al, en 377 preescolares el 65,2% presentó pie normal, de los cuales el 37,3% tuvo alineación normal en rodilla y el valgo de rodilla estuvo presente en el 27,8% de los evaluados (95).

Tabla 8

*Relación huella plantar y angulación de rodilla según V de Cramer*

Resultados relación huella plantar-rodilla			
		Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi	,647	,000
	V de Cramer	,457	,000
N de casos válidos		62	

De acuerdo con la prueba estadística V de Cramer, con un nivel de confianza del 95% y significancia de 0,05. El resultado obtenido de la significancia fue de 0,000 lo que expresa que las variables de la huella plantar y la angulación de rodilla se encuentran correlacionadas. Los datos concuerdan con el estudio realizado por García et al, en el que demostró que si existe asociación entre la alteración de pie y rodilla (96).

#### **4.1. Respuestas a las preguntas de investigación**

##### **¿Cómo se encuentra caracterizada la muestra de estudio según edad y género?**

En el presente estudio se obtuvo los datos necesarios para la caracterización de la muestra, en los resultados predominó el género femenino siendo el 52,2% de los estudiantes, y el 46,8% restante representó al género masculino. En la edad de 7 años se encontró el mayor porcentaje de estudiantes evaluados con el 24,2%, de este porcentaje el 14,5% pertenece al género femenino y el 9,7% pertenece al género masculino.

##### **¿Cuál es el resultado obtenido en la evaluación de la huella plantar del pie dominante en escolares mestizos de 6 a 11 años de la Unidad Educativa “Cesar Borja” en la Parroquia de Ambuquí?**

En la evaluación de la huella plantar se evidenció que el 41,9% de la muestra presentó pie normal, seguido por pie plano en el 40,3% de los estudiantes y en menor porcentaje se encontró pie cavo en el 17,7% de los evaluados.

##### **¿Cuál es el resultado de la angulación de cadera y rodilla del miembro inferior dominante en escolares mestizos de 6 a 11 años de la Unidad Educativa “Cesar Borja” en la Parroquia de Ambuquí?**

En el estudio mediante la evaluación con los diferentes instrumentos se obtuvo los siguientes datos:

En la evaluación de cadera se obtuvo que en el 58,1% de los escolares presentan normalidad en el ángulo de cadera, siendo este el mayor porcentaje; mientras que el 30,6% presentó anteversión femoral y el 11,3% retroversión femoral.

En la evaluación mediante el ángulo Q se determinó que el 56,5% de los escolares presentó angulación normal, seguido por el 33,9% con valgo y el 9,7% escolares con rodillas en varo.

**¿Qué relación existe entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla del miembro inferior dominante en escolares mestizos de 6 a 11 años de la Unidad Educativa “Cesar Borja” en la Parroquia de Ambuquí?**

Después haber realizado el cruce de variables de la huella plantar y la angulación de cadera se evidenció que del 41,9% de escolares con huella plantar normal el 22,6% presentó ángulo femoral normal, el restante corresponde al 11,3% de estudiantes con anteversión femoral y 8,1% con retroversión. Al aplicar la V de Cramer se encontró una significancia de 0,017 determinando que existe relación entre las dos variables.

Al realizar el cruce de variables de la huella plantar con la angulación de rodilla se pudo evidenciar que del 41,9% de los escolares que presento pie normal el 30,6% presento angulación normal, mientras que el 8,1% resultó con valgo de rodilla y el 3,2% de los casos con alineación en varo, mediante la prueba estadística V de Cramer con valor de 0,457 y con significancia de 0,000 se determinó que si hay relación entre las variables.

## **CAPÍTULO V**

### **5. Conclusiones y recomendaciones**

#### **5.1. Conclusiones**

- En el estudio se realizó la caracterización de la muestra y se evidenció predominancia del género femenino con mayor frecuencia en la edad de 7 años.
- En la evaluación de la huella plantar se evidenció que los escolares presentaron pie normal, seguido por la alteración de pie plano.
- En la angulación de cadera y rodilla se identificó que más de la mitad de los estudiantes evaluados presentaron angulación normal tanto en cadera como en rodilla.
- Se determinó estadísticamente que si hay relación entre la huella plantar y la angulación de cadera y rodilla de los escolares evaluados.

## **5.2. Recomendaciones**

- Realizar investigaciones para determinar los factores que se encuentran asociados a las alteraciones presentes en niños en etapa escolar.
- Es conveniente dar seguimiento a las alteraciones encontradas y determinar si las mismas necesitan de tratamiento convencional para prevenir consecuencias a largo plazo y evitar llegar a tratamientos invasivos para optimizar la calidad de vida de los estudiantes.
- Utilizar la base de datos del estudio para dar paso a otras investigaciones que tengan como eje la intervención fisioterapéutica.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Muñoz I, Tamarit R. Necesidades de la aplicación de cultura física en escolares con necesidades educativas especiales del municipio de Camagüey. *Efdeportes*. 2002; Año 8(52): p. 1.
2. Salazar GC. Pie plano, como origen de alteraciones biomecánicas en cadena ascendente. Elsevier. 2007; XXIX(2): p. 65-112.
3. Cala L, Losa. Prevalencia de alteraciones musculoesqueléticas en el pie infantil: estudio preliminar. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*. 2015; IX(1).
4. Buceta I. El bipedismo: Alteraciones del pie en estática y sus relaciones con niveles ascendentes. Tesis. España: Universidade da Coruña, Facultade de Enfermería e Podoloxía; 2013.
5. Vidal L. Pie plano y su relación con la postura pélvica en escolares del Instituto Educativo Primaria República de Irlanda-Distrito de Pueblo Libre. Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Humana San Fernando; 2014.
6. Han Y, Duan D, Zhao K, Wang X, Ouyang L, Liu G. Investigation of the Relationship Between Flatfoot and Patellar subluxation in adolescents. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*. 2017; LVI(1): p. 15-18.
7. Zambrano LM. “Prevalencia de las alteraciones de la huella plantar y sus efectos colaterales en niños de 3 y 4 años de edad. Centros infantiles del Buen Vivir del MIES. Cuenca 2014 - 2015”. Tesis. Cuenca: Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Medicas; 2015.
8. Paredes A. “El pie plano y su incidencia en las alteraciones de la rodilla en los estudiantes de 3 a 11 años de la Unidad Educativa Santa Rosa”. Tesis. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, Facultad Ciencias de la Salud; 2015.
9. Rosselli P, Duplat JL. *Ortopedia infantil*. Segunda ed. Bogotá: Médica Internacional; 2012.
10. Peña G, Cañoto Y, Santalla Z. *Una Introducción a la Psicología*. Primera ed. Caracas : Universidad Católica Andrés Bello ; 2006.

11. Pedro Álvarez Ad, Piñero C. Valoración e intervención de la actitud postural en la estática en la población escolar 10-13 años. Primera ed. Sevilla: Wanceulen Editorial; 2017.
12. Yepes HD. Los ciclos vitales del ser humano: San Pablo; 2007.
13. Moore KL, Dalley AF, Agur AM. Anatomía con orientación clínica. Séptima ed. Barcelona: Wolters Kluwer Health; 2013.
14. Vélez Valarezo MK. Posturología Clínica, equilibrio corporal y salud. Primera ed. Quito : Universidad de las Américas; 2011.
15. Chaitow L, Walker Delany J. Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares. Extremidades inferiores. Primera ed. Badalona: Paidotribo; 2007.
16. Palastanga N, Field D, Soames R. Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento. Primera ed. Badalona: Paidotribo ; 2007.
17. Martini F, Timmons M, Tallitsch R. Anatomía Humana. Sexta ed. Madrid: Pearson Educación; 2009.
18. Jarmey C, Myers T. El Libro conciso del cuerpo humano en movimiento. Primera ed. Barcelona: Paidotribo; 2009.
19. Álvarez C, Palma W. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. Mediagraphic. 2010; VI(4): p. 215-220.
20. Pró E. Anatomía Clínica. Primera ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2012.
21. Matínes R. El pie en la evolución del ser humano: Desarrollo, trastornos y prevención. Primera ed. Madrid: Editorial Vision Net; 2007.
22. García Porrero J, Hurlé J. Anatomía Humana Madrid: McGraw Hill; 2005.
23. Rumbaut Reyes M, Cañizares Betancourt D, Cuní Frontera R, Uranga Gafa JC, García Fresnillo E. El strapping como coadyuvante en el tratamiento ortopédico de la fascitis plantar. Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2009 Junio; VIII(2).
24. Kapandji I. Fisiología articular: Cadera, Rodilla, Tobillo, Pie, Bóveda plantar. Sexta ed. Madrid: Médica Panamericana; 2016.
25. Viladot A. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Segunda ed. Madrid: Masson; 2004.

26. Viladot A. Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. Revista Española de Reumatología. 2003 Noviembre; XXX(9).
27. Orrego M, Morán N. Ortopedia y Traumatología Básica. Primera ed. Santiago de Chile: Universidad de los Andes; 2014.
28. Montón Álvarez J, Cortés Rico O. El pie normal y su patología infantojuvenil más prevalente. Pediatría Integral. 2014; XVII(7): p. 442-445.
29. Rotés M, González L. El pie en crecimiento. Revista Española de Reumatología. 2003; XXX(9): p. 516-520.
30. Viladot Perice A. Quince lecciones sobre patología del pie. Primera ed. Barcelona: Springer-Verlag Iberica; 2000.
31. Parra García JI, Bueno Sánchez A. El pie plano; las recomendaciones del traumatólogo infantil al pediatra. Pediatría Atención Primaria. 2011 Marzo; XIII(49).
32. Claire Justiniano C, Pedraza A, Fernandez P, Ortiz A. Métodos alternativos de evaluación en niños de 4 - 6 años con pie plano 1. Universidad, Ciencia y Sociedad. 2014 Diciembre ;(13).
33. Secot. Manual de cirugía ortopédica y traumatología. Segunda ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.
34. Frisch H. Método de exploración del aparato locomotor y de la postura Badalona: Paidotribo; 2005.
35. Rueda M. Podología. Los desequilibrios del pie. Primera ed. España: Paidotribo; 2011.
36. Gilroy AM. Anatomía. Manual para el estudiante. Tercera ed. Madrid: Médica Panamericana; 2015.
37. Falcón C, Núñez B, Navarro R, Ruiz J, Jiménez J, Brito M. Anatomía y biomecánica de la rodilla y cadera. Hospital Universitario Insular. 2011; XIX: p. 61-63.
38. Drake R, Vogl W, Mitchell A. Gray. Anatomía para estudiantes. Tercera ed. Barcelona: Elsevier España; 2015.

39. Moore L, Agur AM, Dalley II AF. Fundamentos de anatomía con orientación clínica. Quinta ed. Barcelona: Wolters Kluwer Health; 2015.
40. Drake R, Vogl W, Mitchell A. Gray Anatomía Básica. Segunda ed. España: Elsevier; 2018.
41. Jimenez J, Herrera C, Carmona A. Anatomía Humana General. Primera ed. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2007.
42. Tolosa Guzmán IA, Trillos Chacón , Panesso C, Rivera Amézquita , Beltrán Torralba E. Biomecánica de la rodilla para fisioterapeutas Bogotá: Universidad del Rosario; 2018.
43. Rouvière H, Delmas A. Anatomía Humana, Topográfica y Funcional. onceava ed. Barcelona: Masson SA; 2005.
44. Firpo C. Manual de ortopedia y traumatología. Tercera ed. Buenos Aires; 2010.
45. Rodríguez PL. Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular: bases científico-médicas para una práctica segura y saludable Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008.
46. Mellgar Cerelli J. Principios y fundamentos del crecimiento guiado. Medigraphic. 2013; IX(4): p. 233-239.
47. Plata , Leal F. El pediatra eficiente. Sexta ed. Bogotá: Médica Panamericana; 2002.
48. Montón Álvarez JL, Sáez Fernández AL, Fernández Rodríguez T. La rodilla en la infancia y adolescencia. *Pediatr Integral*. 2014; XVIII(7).
49. Couce ML, Pino Mínguez J, González Herranz P, Vidán L. Ortopedia infantil: conceptos básicos Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela; 2012.
50. Úcros Rodríguez S, Mejía. Guías de pediatría básica basadas en la evidencia. Segunda ed. Bogotá: Médica Panamericana; 2009.
51. Cañizares Márquez M, Carbonero CC. Anatomía, fisiología y patologías en la actividad física en la edad escolar. Primera ed. Sevilla: Wanceulen; 2016.

52. Staheli LT. Fundamentals of pediatric orthopedics. Cuarta ed. Seattle: Wolters Kluwer; 2008.
53. García Domínguez J. Genu valgum postraumático: presentación de un caso. Revista Médica Electronica. 2012; 34(2).
54. Thibodeau GA, Patton T. Estructura y función del cuerpo humano. Catorceava ed. Barcelona: Elsevier; 2012.
55. Le Vay D. Anatomía y fisiología humana. Segunda ed. Barcelona: Paidotribo; 2015.
56. Tortora G, Derrickson B. Principios de Anatomía y Fisiología. Treceava ed. México: Panamericana; 2013.
57. Hansen JT. Netter. Anatomía Clínica. Tercera ed. España: Elsevier; 2015.
58. Martínez Marrero. Artrología: sistema musculoesquelético, guía de prácticas. Primera ed. Barranquilla: Universidad del Norte; 2016.
59. Ruiz Caballero A, Brito M, Navarro. Análisis del movimiento en el deporte. Primera ed. Sevilla: Wanceulen Editorial; 2012.
60. Hochschild J. Anatomía funcional para fisioterapeutas. Primera ed. México: Manual Moderno; 2016.
61. Alter M. Los estiramientos. Desarrollo de ejercicios. Sexta ed. Barcelona: Paidotribo; 2004.
62. Sahrmann S. Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento. Primera ed. Badalona: Paidotribo; 2006.
63. Accadbled F, Ibnoukhatib A, Cahuzac JP. Anomalías rotacionales de los miembros inferiores en la infancia. Elsevier. 2015 Diciembre; 48(4): p. 1-13.
64. Darmana R, Cahuzac JP. Trastornos estáticos de los miembros inferiores y sus consecuencias sobre la marcha del niño. Trastornos rotacionales. Elsevier Masson. 2014 Agosto; XVI(3): p. 1-10.
65. Antón Rodríguez LM, de Santos Moreno MT. Ortopedia infantil. In El manual de Puericultura y Pediatría. Octava ed. España: Sociedad Española de Puericultura; 2015. p. 264-270.

66. Busquet L. Las cadenas fisiológicas. Tomo II: la cintura pélvica y el miembro inferior. Primera ed. Badalona: Paidotribo; 2012.
67. Diéguez Lara S, Sanchez Lara A, Zagalaz M, Martínez E. Análisis de los diferentes metodos de evaluacion de la huella plantar. Retos: Nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación. 2011;(19): p. 49-53.
68. Aguado X, Izquierdo M, González JL. Biomecánica fuera y dentro del laboratorio. León: Universidad de León; 1997. Report No.: ISBN: 84-7719-626-5.
69. Aguilera J, Heredia JR, Peña G, Segarra V. Huella plantar, biomecánica del pie y del tobillo: propuesta de valoración. Revista Digital de Podología. 2015; 69: p. 4-24.
70. Sánchez Ramírez C. Caracterización Morfológica del Arco Plantar Longitudinal Medial del Pie en una Población Chilena. International Journal of Morphology. 2017 Marzo; XXXV(1): p. 85-91.
71. Sánchez Ramírez C. Análisis de dos métodos de evaluación de la huella plantar: índice de Hernandez Corvo vs. Arch Index de Cavanagh y Rodgers. Fisioterapia. 2017; XXIX(5): p. 1-7.
72. Figueroa F, Izquierdo G, Bravo JT, Contreras M, Santibáñez C, Torrens JP, et al. Test de Zohlen y su relación con el ángulo Q en población sin dolor patelofemoral. Elsevier. 2015 Mayo-Agosto; LVI(2): p. 1-30.
73. Palmer L, Epler M. Fundamentos de las Tecnicas de Evaluacion Musculoesqueletica. Primera ed. Barcelona: Paidotribo; 2002.
74. Magee D. Orthopedic physical assessment. 6th ed. Missouri: Elsevier; 2014.
75. Buckup k, Buckup J. Pruebas clinicas para patologia ósea, articular y muscular.Exploraciones, signos y sintomas. Quinta ed. España: Elsevier; 2013.
76. Loudon JK, Reiman MP. Lower extremity kinematics in running athletes with and without a history of medial shin pain. International journal of sports physical therapy. 2012 Agosto; VII(4): p. 356-364.

77. Asamblea Constituyente. Constitución Política del Ecuador. [Online].; 2008 [cited 2018 Enero 10. Available from: [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf).
78. El Congreso Nacional. [Online].; 2014 [cited 2019 Enero 13. Available from: [https://www.igualdad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/codigo\\_ninezyadolescencia.pdf](https://www.igualdad.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/codigo_ninezyadolescencia.pdf).
79. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. [Online].; 2017 [cited 2019 Enero 13. Available from: [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_0K.compressed1.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf).
80. Hernández R, Fernández C, Baptista MdP. Metodología de la investigación. Sexta ed. México: Mc Graw Hill Education; 2014.
81. Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. [Online].; 2018 [cited 2019 Julio 1. Available from: <https://dle.rae.es/?id=EN8xffh>.
82. Organización Mundial de la Salud. Temas de salud: Género. [Online].; 2018 [cited 2019 Julio. Available from: <https://www.who.int/topics/gender/es/>.
83. Céspedes T, Dorca A. Pie diabético: conceptos actuales y bases de actuación Madrid: Díaz de Santos; 1997.
84. Paulsen F, Waschke J, Sobotta. Atlas de anatomía humana vol 1: Anatomía general y aparato locomotor. Veinticuatroava ed. Barcelona : Elsevier; 2017.
85. Physical Tech. Physical Tech. [Online].; 2017 [cited 2019 Julio 3. Available from: <http://physicaltech.com/wp-content/uploads/2017/07/anguloQ-es.pdf>.
86. Alvira F. La encuesta: una perspectiva general metodológica. Segunda ed. Madrid : Centro de investigaciones sociológicas; 2011.
87. Fernández Á. Investigación y técnicas de mercado. Segunda ed. Madrid: ESIC; 2004.
88. Weiss L, DeForest B, Hammond K, Schilling B, Ferreira L. Reliability of Goniometry-Based Q-Angle. PM&R. 2013; 5(9): p. 763-768.

89. Bermeo Chimbo V, Monje Ñauta L. Ángulo Q y huella plantar en el equipo de futbol de "Carneras" Cuenca 2017. Tesis. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2017.
90. Saltos Aldaz L, Morales Neira I, Saltos Carbo E, Álvarez Santos A, A RP, Rojas Bajaña R. Hábitos posturales y mochila escolar en estudiantes del Liceo Naval de Guayaquil. *Efdeportes*. 2019 Mayo; XXIV(252): p. 28-1.
91. Espinoza Navarro O, Olivares Urquieta , Palacios P, Robles Flores. Prevalencia de anomalías de pie en niños de enseñanza básica de entre 6 a 12 años, de colegios de la ciudad de Arica-Chile. *International Journal of Morphology*. 2013; XXXI(1): p. 162-168.
92. Jackson T, Lindner D, El-Bitar Y, Domb B. Effect of Femoral Anteversion on Clinical Outcomes After Hip Arthroscopy. Elsevier. 2015 January; XXXI(1): p. 35-41.
93. Córdova Constantino JL, Regino Juan JC, de la Cruz Gil E, López Morales C, Pimentel Domínguez C. Prevalencia de defectos posturales de miembros inferiores en pacientes de 2 meses a 14 años de edad del Centro de Rehabilitación y Educación Especial de Tabasco. *Salud en Tabasco*. 2015; XXI(2-3): p. 55-61.
94. Sonia J, Nadia L, Manel A, Samia F, Mohamed BR. Children Flat Foot and Lower Limb Rotational Profile: A Cross-Sectional Descriptive Study. *Open Journal of Orthopedics*. 2015 Octubre; V(10): p. 326-335.
95. Lin CJ, Lai KA, Kuan TS, Chou YL. Correlating Factors and Clinical Significance of Flexible Flatfoot in Preschool Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2001; XXI(3): p. 378-382.
96. Garcia Filho F, Leite Luz B, Trindade MdO, Garcia LC, Pinheiro ML, Garcia FC, et al. Epidemiological evaluation of genu valgum and flat feet in the child: experience of the martagão gesteira children's hospital. *Rheumatology and Orthopedic Medicine*. 2017; II(5): p. 1-5.



# ANEXOS

## 1. Oficio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001 - 073 - CEAACES - 2013 - 13  
Ibarra - Ecuador

CARRERA TERAPIA FÍSICA MÉDICA

Ibarra, 28 de febrero del 2019.  
Oficio 312-TFM-UTN

Magister  
Marcelo Pinto  
RECTOR DE LA UNIDAD EDUCATIVA "CESAR BORJA"  
Presente

Señor Rector:

Reciba un atento saludo de quienes conformamos la Carrera de Terapia Física Médica de la Universidad Técnica del Norte.

Comedidamente solicito a usted autorizar el desarrollo del Trabajo de Grado "Estudio de la Huella Plantar y su Relación con la Angulación de Cadera y Rodilla en Escolares Mestizos de 6 a 11 Años de Edad en la Unidad Educativa César Borja de la Parroquia de Ambuquí", y permitir que la señorita Montesdeoca Simbaña Yolanda Marisol, en la fecha y hora que de mutuo acuerdo se estime conveniente; proceda a realizar la evaluación correspondiente y la aplicación de tests a las y los escolares mestizos de la institución que acertadamente usted dirige.

Cabe indicar a usted, que el desarrollo del mencionado trabajo de investigación, es de carácter estrictamente académico, y estará dirigido por la Magister Daniela Zurita, y que concluido el mismo se socializará los resultados.

Por su favorable atención a la presente, le agradezco y me despido.

Atentamente,  
"CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO"

  
MSC. Rocío Castillo A.  
DECANA



Anabel B.

*Recibido*  
01-03-2019  
*[Signature]*  
*Aprobado*



**MISSION INSTITUCIONAL**  
"Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país.  
Formar profesionales comprometidos con el cambio social y con la preservación del medio ambiente".

Ciudadela Universitaria Santa El Olivo  
Teléfono: 2009-420 Ext. 7407 Casilla 129

## 2. Consentimiento informado



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD CARRERA TERAPIA FÍSICA MÉDICA

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO.

**Título de la investigación:** "Estudio de la huella plantar y su relación con la angulación de cadera y rodilla en escolares mestizos de 6 a 11 años de edad en la Unidad Educativa César Borja de la Parroquia de Ambuquí"

**Nombre del Investigador:** Montesdeoca Simbaña Yolanda Marisol

Yo, \_\_\_\_\_, con número de Cédula \_\_\_\_\_ como representante legal y ejerciendo mi libre poder de elección y mi voluntad expresa, por este medio, doy mi consentimiento para que mi representado/a \_\_\_\_\_ participe en esta investigación.

He tenido tiempo suficiente para decidir la participación de mi representado/a, sin sufrir presión alguna y sin temor a represalias en caso de rechazar la propuesta. Inclusive, se me ha dado la oportunidad de consultarlo con mi familia y de hacer todo tipo de preguntas, quedando satisfecho con las respuestas. La entrega del documento se realizó en presencia de un testigo que dará fe de este proceso.

Firma \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombres y apellidos del investigador.

Firma \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

### 3. Fichas de evaluación

- Índice del arco



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD  
TERAPIA FÍSICA MÉDICA

Nombre del evaluado: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

ÍNDICE DEL ARCO				
Se obtiene la proporción de las áreas de contacto (antepié, mediopié y retropié) de las diferentes partes de la huella plantar, excluyendo los dedos. Dando tres posibilidades de resultado: pie cavo, pie normal o pie plano.				
Valores de referencia		Cálculo		Resultados
Pie Cavo	$\leq 0,21$	Derecho	$IA = \frac{B}{A + B + C} =$	IA =
Pie Normal	$0,21 < IA < 0.26$			
Pie Plano	$\geq 0,26$	Izquierdo	$IA = \frac{B}{A + B + C} =$	IA =

- **Test de Craig**

<b>TEST DE CRAIG</b>				
Propósito: Determinar la anteversión y retroversión del fémur.				
Consiste en medir el ángulo de la cadera con un goniómetro para determinar el valor de anteversión o retroversión, utilizando el eje largo de la tibia, para ello se coloca la rodilla en 90 grados de flexión. El examinador rota la cadera en sentido medial y lateral, mientras palpa el área del trocánter mayor, hasta que el punto más externo se encuentra en la cara lateral de la cadera (el trocánter mayor es paralelo a la mesa en este punto).				
<b>Valores de referencia</b>		<b>Valores tomados</b>		<b>Resultados</b>
Retroversión femoral	<8°	<b>Derecho</b>		
Normal	8° - 15°			
Anteversión femoral	> 15°	<b>Izquierdo</b>		

- **Ángulo Q**

<b>ÁNGULO Q</b>					
<p>Consiste en realizar una medición del ángulo que se forma al dibujar una línea entre la espina ilíaca anterosuperior hacia el centro de la rótula y otra que va desde la rótula hasta el centro de la tuberosidad anterior de la tibia dando como posibles resultados ángulo normal o valgo de rodilla.</p>					
<b>Valores de referencia</b>			<b>Valores tomados</b>		<b>Resultados</b>
Ángulo de rodilla	Masculino	Femenino			
Varo	<10°	<10°	<b>Derecho</b>		
Normal	10-15°	10-19°			
Valgo	> 15°	> 19°	<b>Izquierdo</b>		

#### 4. Evidencias fotográficas



**Fotografía N° 1:** Evaluación de la huella plantar mediante plantigrafía



**Fotografía N° 2:** Evaluación de la angulación de rodilla mediante Ángulo Q



**Fotografía N° 3:** Evaluación de la angulación de cadera mediante Test de Craig



## ABSTRACT

STUDY OF THE PLANTAR FOOTPRINT AND ITS RELATIONSHIP WITH HIP AND KNEE ANGULATION IN 6 TO 11 YEARS OLD SCHOOLCHILDREN IN CESAR BORJA EDUCATIONAL UNIT FROM THE PARISH OF AMBUQUÍ.

**Author:** Yolanda Marisol Montesdeoca Simbaña

**Email:** marysol\_1992@hotmail.com

The plantar vault is a complex structure its support points are responsible for supporting the body weight and transmitting it to the ground, the harmony in its components and elasticity allows it to adapt to terrain irregularities. The main aim of this research was to determine the relationship between the footprint and the angulation of the hip and knee in mestizo schoolchildren from 6 to 11 years old in Cesar Borja Educational Unit from the Ambuquí Parish. The methodology of the study was quantitative non-experimental, descriptive and cross-sectional. The sample was composed of 62 schoolchildren, with a predominance of female individuals and most frequently the age range of 7 years. The tools used in the evaluation were: Arc Index, Q angle and Craig Test. In the results evaluation it was obtained that 41.9% of schoolchildren have a normal foot. Regarding hip angulation, the normal alignment was predominant in 58.1% of the sample, and in knee angulation was normal in a 56.5%. It was determined that there was a relationship between the plantar footprint and hip angulation with a significance of 0.017 and with the knee angulation with a level of 0.000

**Keywords:** foot, footprint, knee, hip, schoolchildren





## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Tesis Marisol Montesdeoca.docx (D54696983)  
**Submitted:** 05/08/2019 6:00:00  
**Submitted By:** marysol\_1992@hotmail.com  
**Significance:** 8 %

### Sources included in the report:

TESIS JESSICA PONCE.docx (D53863841)  
JIMENEZ MEJIA KEVIN XAVIER TESIS.docx (D53864222)  
Urkund1.docx (D54696938)  
DEFECTOS DE APOYO DEL PIE Y SU RELACIÓN CON LA ESCOLIOSIS.pdf (D10952805)  
a1d0248a-0f28-44ce-88b0-77fa69397260  
67df86de-90e6-4d37-852e-c13a4ea5c5d4

### Instances where selected sources appear:

35

En la ciudad de Ibarra, a los 2 días del mes de octubre de 2019

### Lo certifico:

(Firma)   
Lcda. Daniela Alexandra Zurita Pinto MSc.  
C.I.: 1003019740  
**DIRECTORA DE TESIS**