

DEPARTAMENTO DE PODOLOGÍA
FACULTAD DE ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA



**¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?
Estudio con fines preventivos**

María Luisa González Elena

Tesis Doctoral
Sevilla, 2015

Director: Prof. Dr. D José Ramos Galván

DEPARTAMENTO DE PODOLOGÍA
FACULTAD DE ENFERMERÍA, FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA



**¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?
Estudio con fines preventivos**

Tesis Doctoral

María Luisa González Elena

Director: Prof. Dr. D José Ramos Galván



Departamento de Podología

**“¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?
Estudio con fines preventivos”**

Tesis presentada para aspirar al grado de Doctora por D^a. María Luisa González Elena, dirigida por el Prof. Dr. José Ramos Galván.

Sevilla a 30 de septiembre de 2015

La Doctoranda,

María Luisa González Elena

El Director,

Prof. Dr. D. José Ramos Galván

Departamento de Podología
Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología



El Prof. Dr. JOSÉ RAMOS GALVÁN, profesor titular de la Universidad, adscrito al Departamento de Podología de la Universidad de Sevilla.

HACE CONSTAR:

Que D^a. **MARÍA LUISA GONZÁLEZ ELENA** ha realizado, bajo su dirección y coordinación, este Trabajo Original de Investigación titulado: “**¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar? Estudio con fines preventivos**”, para optar al grado de Doctora por la Universidad de Sevilla, y que dicho trabajo reúne las condiciones necesarias para ser sometido a lectura y discusión ante el Tribunal.

En Sevilla, a 30 de Septiembre de 2015.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned below the date.

Fdo: Dr. José Ramos Galván

Este trabajo ha sido realizado acordándome de unas palabras que me dijo mi padre:

“!Qué tienes que no hayas recibido!

Y con un deseo profundo: servir...”

DEDICATORIA

A mi familia.

AGRADECIMIENTOS

A mi director, el profesor Dr. José Ramos, por su ejemplo, paciencia y disponibilidad, por saber exigirme con cariño y por esos mensajes de ánimo en la distancia que me ayudaban a seguir adelante. Por tenderme la mano, ayudarme y ser un pilar importante en mi carrera docente.

A Natalia T, Javier S y Fernando G, por colaborar en el trabajo de campo.

A todo el personal del Departamento de Podología, por su ayuda, tanto administrativa como personal, y a todos aquellos compañeros que me brindasteis vuestra cooperación.

A Loli, M^a Carmen y Pepi, personal de Conserjería de la Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, por vuestros ánimos y compañía en esas tardes solitarias de despacho.

A Antonia Sáez, por su ayuda en el análisis e interpretación de los datos estadísticos, y a Reyes Gómez por ayudarme de forma eficaz a poner el punto y final.

A mis hijos Josemaría y Cayetano. Siempre os digo que lo que mamá dice, lo cumple. Os prometí que ya quedaba poquito, que ya mismo me sentaría con vosotros a hacer los deberes y que iríamos juntos al parque. Quisiera pedir os perdón por haber tenido que escuchar tantas veces “Ahora no es el momento”, aunque ahora no lo entendíais por ser pequeños. Quiero que sepáis que todo el esfuerzo lo hice por vosotros, que sois el motor y la ilusión de mi vida y que sin vosotros todo esto no habría tenido sentido.

A mi hijo Antoñito, mi ángel de la guarda, porque desde el cielo me ha amparado en los momentos en los que quería abandonar este proyecto y por cuidar siempre de los hermanos y de papá.

A mi marido, por haberte adaptado a mi ritmo de trabajo, sobre todo, en estos últimos meses. Por tu cariño y por hacerme sentir una mujer fuerte, fortaleza vital para la realización de la investigación.

A M^a de Gracia y su familia, por ayudarme en el cuidado de mis hijos, por ayudarles y quererles como una madre.

A mis padres, por haberme hecho crecer en virtudes, y a toda mi familia, apoyo en la distancia. GRACIAS a todos, al final, ¡lo conseguimos!

**¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?
Estudio con fines preventivos**

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AAOS	American Academy of Orthopaedic Surgeons
ACP	Área Clínica Podológica
APA	American Psychological Association
ART	Articulación
BOE	Boletín Oficial del Estado
CAM	Centro de Metrología Andaluz
CEIP	Centro de Educación Infantil y Primaria
CGCOP	Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos
CM	Centímetros
CPMA	California Podiatric Medical Association
CPS	Canadian Paediatric Society
EEI	Escuela de Educación Infantil
HAV	Hallux Abductus Valgus
HRD	Hoja de Recogida de Datos
IBV	Instituto de Biomecánica de Valencia
ITF	Articulación Interfalángica
LOPD	Ley Orgánica de Protección de Datos de carácter Personal
MM	Milímetros
MTF	Articulación Metatarsofalángica
PSPE	Programa de Salud Escolar Podológico
TPA	Articulación Tibio Peronea Astragalina
RAE	Real Academia Española de la Lengua
US	Universidad de Sevilla

1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Planteamiento del problema de investigación	6
1.2. Justificación.....	8
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Ajuste del calzado infantil.....	10
2.1.1. Necesidad del ajuste del calzado infantil.....	10
2.1.2. Ajuste: Antropometría-Horma.....	11
2.1.2.1. Antropometría	11
2.1.2.2. Medidas antropométricas del pie.....	13
2.1.3. Hormas.....	14
2.1.4. Medidores.....	19
2.1.4.1. Medidas del pie.....	19
2.1.4.2. Medidas del calzado	24
2.1.4.3. Comparación de las medidas del pie con las del calzado	25
2.2. Calzado.....	27
2.2.1. Historia del calzado.....	27
2.2.2. Adecuación del calzado en cuanto al ajuste	30
2.2.3. El calzado y su relación con las patologías.....	31
2.2.3.1. Patologías relacionadas con un ajuste inadecuado	46
2.2.3.2. Influencia del calzado en el pie	47
2.2.4. Un calzado para cada etapa.....	52
2.2.5. Cambio de calzado según el crecimiento del pie.....	56
2.2.6. Sistemas de numeración y gradación de tallas.....	57
2.2.7. Consejos para la elección en la compra del calzado	60
2.3. El pie en el escolar	62

2.3.1. Filogenia del pie del miembro inferior.....	62
2.3.2. Embriología del miembro inferior.....	65
2.3.3. Cronobiología de los huesos del pie	67
2.3.4. Crecimiento óseo	74
2.3.5. Crecimiento del pie	78
2.3.6. Criterios de normalidad en el pie.....	80
2.3.7. Aspectos morfo-funcionales del pie	83
2.3.8. Caracterización del pie del escolar	86
2.3.9.1. Inicio y maduración de la marcha en el escolar	93
2.3.9.2. Conformación y desarrollo de la bóveda plantar	94
3. OBJETIVOS.....	96
3.1. Objetivo general.....	96
3.2. Objetivos específicos	96
4. MATERIAL Y MÉTODO	97
4.1. Clasificación del estudio.....	97
4.2. Población de estudio y muestra.....	97
4.2.1. Técnica de muestreo.....	98
4.2.2. Selección de los individuos de la muestra	98
4.2.3. Criterios de selección	99
4.3. Selección y clasificación de las variables de estudio.....	100
4.4. Instrumentos y materiales	102
4.4.1. Aspectos éticos y legales.....	102
4.4.2. Diseño, validación y pilotaje de la Hoja de Recogida de Datos	103
4.4.3. Equipamiento	104

4.4.3.1 Diseño del aparato de medida desarrollado por el Centro de Metrología Andaluz (CAM).....	105
4.5. Protocolo de actuación	114
4.6. Análisis estadístico	115
4.7. Búsqueda bibliográfica.....	118
5. RESULTADOS	119
5.1. Análisis estadístico	119
5.2. Muestra de los resultados en función de los objetivos	127
5.2.1. Objetivo 1: Medidas del pie	127
5.2.2. Objetivo 2: Medidas interiores del calzado	138
5.2.3. Objetivo 3: Comparación de las medidas interiores del calzado y las medidas del pie.....	150
5.2.4. Objetivo 4: Determinar el ajuste en longitud y anchura del calzado al pie del escolar en función de la fórmula digital.....	184
5.2.5. Objetivo 5: Comprobar si la talla en el sistema de numeración europeo coincide con la longitud interior en todos los calzados	188
5.2.6. Objetivo 6: Determinar la curva de crecimiento de la longitud y anchura del pie en función de la edad y el sexo	193
6. DISCUSIÓN	207
6.1. Objetivo 1: Determinar la longitud, la anchura del metatarso y las alturas en el dorso del pie más largo de los escolares.....	207
6.1.1. Medidas antropométricas por edad	213
6.1.2. Medidas antropométricas por sexo	214
6.1.3. Medidas antropométricas por centro escolar	215
6.1.4. Antropometría y diseño del calzado	216
6.2. Objetivo 2: Determinar la longitud, anchura máxima y alturas en la parte superior de la pala del calzado	220

6.2.1. Longitud interior en el calzado correspondiente a la máxima longitud del pie	224
6.2.2. Anchura interior en el calzado correspondiente a la máxima anchura metatarsal del pie.....	225
6.2.3. Alturas obtenidas en el interior en el calzado correspondiente a las máximas alturas medidas en el pie	226
6.2.3.1- Tercera altura, correspondiente a la máxima altura del empeine, generalmente a la segunda cuña del pie (A_3).....	226
6.2.3.2. Segunda altura, correspondiente a la máxima altura a nivel de la articulación metatarsofalángica del pie (A_2)	227
6.2.3.3. Primera altura, correspondiente a la máxima altura a nivel de la articulación interfalángica del pie	227
6.2.4. Objetivo 3: Comparar las medidas del pie con las del interior del calzado ..	228
6.2.4.1. Ajuste en longitud.....	228
6.2.4.2 Ajuste en anchura	234
6.2.4.3. Ajuste en alturas	240
6.2.4.3.1. Ajuste a nivel de la tercera altura del calzado correspondiente a la altura en el empeine (2ª cuña) del pie (A_3)	241
6.2.4.3.2. Ajuste a nivel de la segunda altura del calzado correspondiente a la mayor altura a nivel de la articulación metatarsofalángica del pie (A_2)	241
6.2.4.3.3. Ajuste a nivel de la primera altura del calzado correspondiente a la mayor altura a nivel de la articulación interfalángica del pie (A_1)	241
6.2.5. Objetivo 4: Determinar el ajuste en longitud y anchura del calzado al pie del escolar en función de la fórmula digital	244
6.2.6. Objetivo 5: Comprobar si la longitud interior del calzado determinada por el fabricante coincide con la longitud interior real en todos los calzados.....	248
6.2.7. Objetivo 6: Determinar la curva de crecimiento de la longitud y anchura del pie en función de la edad y el sexo	250

6.3. Limitaciones de la investigación	255
6.4. Prospectiva de futuro.....	256
7. CONCLUSIONES	258
8. RESUMEN	259
9. BIBLIOGRAFÍA.....	261
10. ANEXOS	285

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

1. INTRODUCCIÓN

M^a Luisa González Elena

1. INTRODUCCIÓN

El motivo por el que nos planteamos un estudio de esta índole viene determinado por la inquietud de su autora como madre de niños pequeños preocupada por su salud y bienestar. Madre podóloga, hija de podólogo y profesora adscrita al Departamento de Podología, en la Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología de la Universidad de Sevilla, pero, fundamentalmente, madre.

1.1. Planteamiento del problema de investigación

Tradicionalmente, se viene enunciando que no es conveniente calzar a los niños¹ hasta que comiencen a caminar y que sólo es necesario cubrir sus pequeños pies con materiales suaves, con el fin de protegerlos de las inclemencias mecánicas y climatológicas. Atendiendo a estas consideraciones, los niños de esta madre no fueron calzados hasta aproximadamente un año de edad, a pesar de tener gran parte de la sociedad en contra.

Superada esta primera etapa, comienzan a aparecer los problemas en cuanto a la inseguridad que se generaba a la hora de elegir el calzado más adecuado. Pensando de forma lógica y repasando la historia, descubrimos que el hombre primitivo no se calzaba y que comenzó a cubrir sus pies con hojas y pieles de los animales, con lo que la necesidad de protección, es lo que precipita el uso del calzado.

Partimos de la base, de que, en nuestra sociedad, es totalmente necesario el uso del calzado. El pie humano no está preparado hoy en día para caminar descalzo, pero ello no implica que sirva cualquier cosa. El calzado que se utilice ha de ser lo más fisiológico posible, ha de adaptarse al pie a modo de “segunda piel” y, en ningún caso y bajo

¹ Este trabajo no emplea lenguaje sexista. El uso del masculino genérico, siguiendo las normas del español, integra tanto al colectivo de hombres como al de mujeres.

ninguna circunstancia, debe convertirse en un factor de riesgo capaz de desencadenar o favorecer la aparición de patologías

La importancia de una buena elección del calzado, como vemos, es básica, y cobra aún mayor peso cuando se trata del calzado infantil.

Los pies de los niños nada tienen que ver con los del adulto, aunque aparentemente sean iguales pero ‘en miniatura’. La realidad es que son extremidades completamente diferentes, de modo que el calzado que emplean tampoco puede ser el mismo.

Los pies del escolar están en continuo desarrollo y crecimiento. En la primera infancia están constituidos fundamentalmente por cartílagos y es posible introducirlos en espacios muy reducidos, pudiendo ser fácilmente deformados por las presiones producidas por un calzado inadecuado. Muchos de estos menores todavía no hablan, no se expresan, no nos pueden decir “no estoy cómodo”, de forma que muchas veces es al quitar el calzado cuando nos damos cuenta de que presentan algún signo que indica que el calzado no se ajusta de forma adecuada.

De aquí surge la pregunta de hasta qué punto somos conscientes de la conveniencia de usar un calzado adecuado durante los primeros años de vida y cómo éste puede incidir de forma negativa en la salud podológica de los escolares.

Es frecuente encontrar guías en las que se dan pautas útiles para elegir el mejor calzado infantil. Estos documentos no sólo marcan las características que han de reunir sino que también dan información acerca de los márgenes (franquicias) que han de ser respetados, de que no debe haber conflicto “contenido–continente”, etc. En ellos vemos que son muchos los expertos que indican que lo más importante en cuanto al calzado infantil es que se ajuste al pie.

El problema lo encontramos cuando traspasamos los límites del papel. Basta con salir a la calle y mirar cualquier escaparate de calzado para comprobar que no es fácil encontrar uno que reúna todas las características necesarias. Además, aun en el caso de que hayamos podido elegir un calzado que puede considerarse adecuado (casi nunca al 100%), debemos afrontar otra importante dificultad, la de asegurarnos que realmente hemos seleccionado la talla que necesita el menor.

Es sorprendente y sobrecogedor descubrir cómo en el siglo XXI seguimos comprobando el ajuste del calzado palpando el primer dedo (cuando no siempre es el más largo) o verificando si se le adapta bien al talón cuando el niño camina... y todo esto, para el largo pero, si tenemos en cuenta el ancho del pie, la cosa se complica, ya que, en teoría, el calzado se ajusta en el ancho “cuando el material permite dar un pellizco en la zona metatarsal”.

Esta situación evidencia que la importancia que se le da al ajuste del calzado en la población escolar no concuerda con la forma efectiva y real que se emplea para comprobarlo, lo que, por ende, genera inseguridades.

1.2. Justificación

Todo lo expuesto nos conduce a defender que el ajuste del calzado en la población escolar es fundamental; que no puede dar lo mismo “llevar un calzado que quede pequeño o un poquito grande” o una bota que obstaculice la movilidad de la articulación del tobillo.

Siendo conscientes del problema, llega un momento en que, como madre, podóloga, hija de podólogo y docente, se percibe que en este campo es necesario investigar y conocer la situación actual del tema en nuestros escolares, con el fin de prevenir lesiones en la edad adulta.

De este modo, creemos pertinente y justificado este estudio, para aumentar el campo de conocimiento de la podología, pues no conocemos la existencia de este tipo de información en nuestro ámbito geográfico.

El interés científico del trabajo se encuentra primordialmente en la prevención. Con los resultados de la investigación, podremos diseñar y establecer programas de salud podológica orientados a concienciar a los padres, tutores, pediatras y, en definitiva, a las personas que se encargan de velar por la salud de los escolares, de la conveniencia e importancia de adquirir hábitos de calzado saludable, sin olvidarnos de trasladar nuestros conocimientos a la industria textil del pie y del calzado.

Es mucho el valor que desde la Podología se le otorga a este tema, ya que somos el colectivo científico-sanitario dedicado a observar y estudiar el pie en un contexto general, como una parte más de un sistema mecánico complejo.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

2. MARCO TEÓRICO

M^a Luisa González Elena

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ajuste del calzado infantil

2.1.1. Necesidad del ajuste del calzado infantil

Es importante que el calzado de uso en la edad escolar permita un adecuado desarrollo físico y motor (IBV, 1999; Caballero, 2009) y que, al mismo tiempo, satisfaga las necesidades de actividad propias de la edad de los niños (IBV, 1999) y capacite para la realización de los movimientos naturales del pie sin entorpecer su actividad normal (González, 2000).

El pie del menor de edad presenta gran plasticidad y es fácilmente deformable. Cualquier compresión excesiva o alteración de la posición normal puede provocar una patología permanente (González, 2000).

Un calzado que no se ajusta bien al pie pone en peligro la salud podológica del menor, pudiendo, incluso, provocar o precipitar alteraciones que le acompañen durante toda su vida (IBV, 1999; Gil y González, 2002; Colegio Profesional de Podólogos de Andalucía, 2014).

En el escolar, la necesidad de adaptación del calzado al pie cobra mayor importancia debido a su actividad, pues un calzado de uso diario no está destinado exclusivamente a caminar. Sin ser un calzado empleado específicamente para el deporte, sin embargo, también tiene que adaptarse a la realización de gestos típicamente deportivos (Ramiro y otros, 1995).

De acuerdo con la investigación de los citados expertos debemos concluir, consecuentemente, que es muy importante que el calzado sujete el pie, pero también ha de permitir las variaciones del mismo durante la marcha (Collado y otros, 2003); ha de posibilitar el juego elástico del pie, que varía en longitud, aumentando ligeramente en

carga, y que vuelve a aumentar incluso un poco más en la fase de desplazamiento de la marcha (Gentil y Becerro de Bengoa, 2001).

2.1.2. Ajuste: Antropometría-Horma

El ajuste del calzado al pie en la población infantil es resultado de la interacción de la Antropometría de los pies con la forma de las hormas empleadas en la fabricación de calzado para este sector de la población (Nácher y otros, 2005).

González (2000), en su estudio para mejorar las propiedades de este calzado, considera de vital importancia este hecho y señala que es fundamental tener en cuenta esta interacción de las dimensiones del pie y de las hormas utilizadas en este ámbito a nivel europeo.

2.1.2.1. Antropometría

La Antropometría se define como “la ciencia que trata de los conocimientos y técnicas necesarias para llevar a cabo las medidas de las dimensiones del cuerpo humano” (Ramiro y otros, 1995). Esta disciplina tiene, pues, dos áreas esenciales de aplicación en relación con nuestro ámbito de estudio: por un lado, la estructural, que tiene en cuenta las dimensiones del cuerpo humano en estática, y, por el otro, la funcional, que describe los rangos de movimiento de las diferentes partes del cuerpo (Rincón, 2014).

Los seres humanos presentan formas únicas de cuerpo y diferentes niveles de desarrollo personal. Aunque pueda existir una relación biológica, como entre hermanos y, más intensamente, entre gemelos, las formas del cuerpo y las medidas no son exactamente las mismas, y es ésta la razón por la cual los productos diseñados para uso humano han de adaptarse a las diferentes formas del cuerpo, con el objetivo de aportar al consumidor la mayor comodidad. Dentro de estos productos, cómo no, es sobresaliente la importancia del ajuste del calzado al pie (Bari y otros, 2010), eje de la movilidad del ser humano en el espacio y

sobre sí mismo. Además, no debemos dejar de mencionar, aunque no sea el foco de atención de este trabajo, que la forma de estos productos va a determinar tanto la adaptación al cuerpo del usuario como la estética final del mismo (Nácher y otros, 2005).

De todo lo expuesto se extrae que la consideración de la Antropometría a la hora de diseñar el calzado es un aspecto esencial (Paiva de Castro y otros, 2010 b), ya que puede mejorar la salud y la seguridad (Sacco y otros, 2015), así como porque está directamente relacionada con el confort de los usuarios (González y otros, 2006; Chaiwanichsiri y otros, 2008; Hong y otros, 2011). El calzado ha de adaptarse a los movimientos y a las variaciones dimensionales del pie durante las actividades que realiza. A lo largo de la niñez, la evolución en el tamaño y la forma de esta extremidad son bastante mayores que en cualquier otra etapa de la vida, por lo que se hace imprescindible conocer de manera detallada la forma del pie de los escolares durante el crecimiento, con el fin de poder desarrollar un calzado saludable que no interfiera en el bienestar de los mismos (González y otros, 2006).

En el diseño del calzado resulta imprescindible conocer las dimensiones podológicas de la población a la que va destinada un determinado producto (Xiong y otros, 2008; Morrison y otros, 2009; Zalacain y otros, 2011; Jiménez-Ormeño y otros, 2013; Lee y otros, 2014), ya que las medidas antropométricas, como ya explicamos, son variables en función de la población. Existen grandes diferencias, por ejemplo, en cuanto a la morfología del pie entre los niños y los adultos, en cuanto al sexo (Manna y otros, 2001; Krauss y otros, 2008; Krauss y otros, 2010; Saghazadeh y otros, 2015) y las etnias (Hawes y otros, 1994; Hawes y Sovak, 1994; Gonda y Katayma, 2006; Melero, 2012), y esta disparidad se produce como resultado de diferentes factores, entre los que se incluyen los genéticos, los ambientales, los socio-económicos,

el estilo de vida y las diferencias del propio calzado (Mauch y otros, 2008; Bari y otros, 2010; Kusumoto, 2010).

Como consecuencia de lo anterior, para conseguir un mayor ajuste de las tallas al pie, han de contrastarse los datos antropométricos con las diferentes tallas o tamaños que existen en el mercado (Ramiro y otros, 1995). La adaptación del calzado al pie no es sencilla, una correcta adaptación requiere la elaboración de un análisis sistemático de las características de las formas del pie, de donde va a surgir la forma inicial del calzado. A continuación, a este primer producto se le aplican una serie de correcciones que estarán determinadas por los materiales y el sistema de fabricación empleados en su creación, así como por la estética (Nácher y otros, 2005).

2.1.2.2. Medidas antropométricas del pie

En descarga, se miden la longitud, la anchura del pie, y varias alturas tomadas desde el suelo y de forma vertical a la zona más prominente del maléolo externo (tobillo), al dedo más alto, a la garganta del pie (empeine) y al punto más alto de la bóveda plantar. En carga, se toman medidas de longitudes a diferentes niveles; la longitud total del pie, la longitud desde el talón hasta la cabeza primer metatarsiano (el adecuado ajuste en el largo del calzado depende fundamentalmente de la coincidencia de este punto con el eje de flexión de la suela, situado en la parte delantera del calzado), la longitud desde el talón hasta la cabeza del quinto metatarsiano, la longitud del antepié y, por último, la longitud desde el talón hasta la apófisis estiloides del quinto metatarsiano. En cuanto a la anchura, se miden la del talón y la del antepié (Ramiro y otros, 1995).

En las medidas del perímetro del pie, tendremos presentes las siguientes consideraciones: el contorno de las articulaciones, definido como el perímetro alrededor de las articulaciones metatarso falángicas

pasando por la primera y la quinta articulación metatarsiana; el contorno de mediopié, desde la apófisis estiloides del quinto metatarsiano, se traza el contorno sobre la cara dorsal del pie hasta el punto más alto sobre el dorso del pie; el contorno talón–cuñas, que es el perímetro que pasa por el borde del talón y por la parte más alta del dorso del pie citado anteriormente; y, por último. el contorno de los maléolos, contorno alrededor del talón y el punto de encuentro de la pierna con el pie en la zona dorsal, donde se curva el flexor del dedo gordo (Ramiro y otros, 1995).

Todas estas magnitudes han de tenerse en cuenta a la hora de diseñar el calzado, sin embargo, Bari y otros (2010) afirman que los diseñadores de calzado, normalmente, consideran la longitud, la altura y la circunferencia de tobillo. Según los citados autores, con esas medidas los diseñadores ya se aseguran el confort y la flexibilidad, adaptándose a los cambios de volumen que se suceden durante la marcha.

2.1.3. Hormas

Cada pie es un mundo, y ésta es la razón por la que Rubio (2009) considera que el calzado es uno de los artículos de vestir más complicados de idear y producir. Sin embargo, desde la Edad Media hasta bien entrado el siglo XIX, prácticamente los artesanos del calzado no daban importancia a esta realidad y hasta entonces no existía un calzado para cada pie, a pesar de que las diferencias entre ambos eran evidentes. No es hasta el año 1818 cuando por fin aparecen hormas diferenciadas para cada pie; un adelanto decisivo en la civilización que, sin embargo, únicamente estaba al alcance de unos pocos. El resto de la población no pudo disfrutar del alivio y descanso que supuso este descubrimiento hasta principios del siglo XX.

Una de las cosas más importantes en la fabricación del calzado es el diseño de la horma. Ésta constituye un elemento imprescindible. Tanto es así que entre los fabricantes de calzado circula un significativo dicho que reza: “Calzado se escribe con h de horma” (Jiménez y otros, 2003), y es bien certera la sabiduría que encierra esta frase, como veremos.

La horma es la parte más compleja de todo el proceso de fabricación del calzado y es considerada como “el corazón” del mismo (Witana y otros, 2004). Es la reproducción en madera o plástico sobre la que se fabrica el calzado, tiene la forma aproximada del pie y está relacionada con su anatomía funcional (Levy y Cortés, 2003). La horma no es una reproducción exacta de la extremidad inferior sino que será más estrecha que ésta, en aquellas zonas donde el calzado ha de quedar más ajustado, y más amplia en las que necesiten un espacio adicional que permita ciertos movimientos (Baumgartner y Hartmut, 1997). En la fabricación de este elemento se tienen en cuenta las medidas podométricas del pie de una población concreta (Sacco y otros, 2015) y, sobre éstas, se incluyen una serie de correcciones en función del estilo de calzado que se quiera diseñar. Generalmente, los criterios empleados en la elaboración de las hormas están basados en la experiencia adquirida a través de los años por el método de “prueba error” (Ramiro y otros, 1995; Carabén, 2004; Witana y otros, 2004).

En el caso del diseño de la horma para el calzado infantil, es imprescindible tener en cuenta que ha de ser distinta a la del adulto, ya que el pie del niño no es una miniatura del pie de aquél. En general, el pie del menor de edad es más ancho y corto, más plano, con un alto contenido en grasa y mayor fragilidad del tejido conjuntivo (Ramiro y otros, 1995; Levy y Cortés, 2003; Carabén, 2004). Por consiguiente, la horma sobre la que se construya el calzado deberá ajustarse a la forma y dimensiones antropométricas de la población infantil y ha de

proporcionar un buen ajuste entre el pie y el calzado. Es ya a la edad de 11 años cuando la horma de su calzado puede empezar a parecerse a la del adulto (Ramiro y otros, 1995).

En cuanto al diseño de la horma, son varios los autores que señalan la importancia del ajuste del calzado en la población menor de edad (Ramiro y otros, 1995; Levy y Cortés, 2003; Caballero, 2009). Estos especialistas determinan que la adaptación dimensional del pie del niño en el calzado es fundamental para su correcto funcionamiento, así como que este ajuste ha de estar asegurado en:

- La parte trasera:

La trasera del calzado ha de ser diseñada para que se adapte a las formas y dimensiones de los pies en carga, tanto en la parte superior como en el asiento del talón sobre el calzado, así como para adecuarse al ancho del tobillo, de modo que evite compresiones y limitaciones en la movilidad de la TPA. Todo ello teniendo en cuenta los cambios de volumen en el pie debidos a la cantidad de tejido blando propio de la edad (Ramiro y otros, 1995). Es recomendable que exista un pequeño espacio en el talón que permita el crecimiento normal del mismo (Levy y Cortés, 2003).

- Ajuste en el largo:

Para lograr un ajuste adecuado en la longitud, la longitud calzable de la horma ha de ser ligeramente mayor que la del pie en carga. La longitud calzable es la longitud total de la horma y viene expresada en la talla, generalmente, del siguiente modo: longitud calzable= longitud del pie multiplicado por el valor de corrección (Levy y Cortés, 2003). Este valor de corrección hace referencia a la holgura necesaria para que el calzado pueda absorber los cambios de longitud que sufre el pie al caminar. De igual modo, permite contar con un espacio suficiente para aceptar el rápido crecimiento

del pie (Ramiro y otros, 1995). Esta precisa franquicia varía en función de las personas y sus necesidades, si bien comúnmente se acepta que debe existir un espacio de entre 5 y 15 mm. entre el dedo más largo y la punta del calzado (Levy y Cortés, 2003). En el calzado infantil, ha de existir un margen entre el dedo más largo y la puntera de entre 10 y 12 mm., según Klein y otros (2009), y una oscilación de entre 10 y 15 mm., para Levy y Cortés (2003).

- Ajuste en el ancho:

Se considera como el ancho del pie la medida correspondiente al perímetro metatarsal y, al igual que en el largo, el ajuste adecuado se consigue dándole a la horma unas dimensiones ligeramente mayores que las del pie en carga. Ello teniendo siempre en cuenta que el crecimiento y los cambios en la forma y dimensiones del pie también tienen lugar en el ancho (Ramiro y otros, 1995). Es fundamental que la parte más ancha del calzado coincida con la más ancha del pie; el volumen del nivel del flanco medial es mayor que en el flanco lateral, lo cual se debe a las mayores dimensiones del primer radio, y va disminuyendo de forma progresiva hasta llegar al quinto (Levy y Cortés, 2003). Este ajuste va a determinar que la flexión de los dedos no se vea dificultada por la suela y le permitirá al pie libertad para ocupar las holguras dispuestas en el largo y en el ancho (Ramiro y otros, 1995). Para comprobar el ajuste en el ancho, el material del calzado permitirá un pequeño pliegue si se pellizca el calzado mientras el usuario está de pie (Canadian Paediatric Society, 2009).

Todo lo anterior incide en lo esencial que es tener en cuenta las variaciones del pie, por pequeñas que sean, a la hora de fabricar el calzado (Muller y otros, 2012). Especialmente, para confeccionar uno que se ajuste a una amplia gama de niños, es

elemental recopilar datos sobre la variabilidad del pie (Mauch y otros, 2009).

En este sentido, es frecuente encontrar variaciones en el ancho del pie para una misma longitud, circunstancia que es aún más repetida en la población infantil, lo que justifica la necesidad de una escala de anchos, además de una para el largo (Ramiro y otros, 1995; Kadambande y otros, 2006).

- Ajuste de los dedos

El ajuste de los dedos va a estar determinado por el diseño de la puntera. En la edad infantil hay que tener en cuenta la gran actividad a la que están sometidos los dedos, sobre todo en las primeras etapas como consecuencia de su utilización para mantener el equilibrio, por lo tanto, la puntera de la horma ha de estar diseñada de tal forma que no someta a los dedos a compresiones ni alteraciones de su forma y posición, y que les permita moverse con libertad en todas las orientaciones (Ramiro y otros, 1995).

Podemos distinguir varios tipos de hormas, en función del uso para el que esté diseñado el calzado. Así pues, hablamos de: horma recta, confeccionada a partir de un eje longitudinal recto, diferenciadas para cada pie (considerada fisiológica) (Carabén, 2004); horma neutra, en la que no existe esa diferenciación para cada pie; horma aproximadora/separadora, para conseguir un efecto de abducción o aducción respectivamente; y, por último, la horma medio aproximadora, que es ligeramente curva, habitual en la mayoría de los calzados de calle y en las deportivas, y no ejerce ninguna función correctora (Levy y Cortés, 2003).

Debemos precisar que no sólo la adecuada interacción entre las medidas del pie y de la horma determinará el ajuste sino que

éste va a depender también del material con que esté confeccionado el calzado (Witana y otros, 2004; González y otros, 2006) y del sistema de cierre del mismo (Ramiro y otros, 1995; Barisch-Fritza y otros, 2014).

2.1.4. Medidores

2.1.4.1. Medidas del pie

La toma de medidas del pie se puede realizar sobre la huella plantar o de forma directa sobre el mismo. La obtención de la huella plantar, a su vez, también se puede obtener manualmente o de forma digitalizada.

Entre las diferentes formas para la obtención de la huella, podemos citar:

- La pedigrafía, que consiste en un sistema de obtención de la huella plantar mediante un pedígrafo, un instrumento compuesto por una caja dotada en su interior de un elemento elástico de látex. La parte que no contacta con el pie se impregna interiormente de tinta mediante un rodillo. Al apoyar el pie sobre el látex, la parte impregnada por la tinta choca con el fondo de la caja, donde se encuentra una hoja de papel en la que queda registrada la huella plantar (Ramos, 2007)(Véase figura 1) .El uso del pedígrafo para la obtención de la huella plantar tiene la ventaja de ser un método rápido, simple, poco aparatoso y barato (Goldcher, 1992). Este sistema, es empleado en sus estudios por autores como Ramos, 2007; Chacón, 2012; Rivera y otros, 2012; Yurt y otros, 2014; Sacco y otros, 2015.
- Fotopodograma, técnica ya obsoleta. Es la fotografía química de las partes del pie que contactan con el suelo (Moreno, 2009). Para obtener la huella, se humedece la planta del pie con un líquido revelador fotográfico y se apoya el pie en un papel de fotografía

en blanco y negro durante, aproximadamente, un minuto. A continuación, se introduce el papel fotográfico en agua y se obtiene la huella plantar (López y otros, 2014).

- Huella digitalizada obtenida a partir de la toma de medidas del pie mediante un escáner en tres dimensiones (3D) (Véase figura 1) (Lee y otros, 2014).
- Huella digitalizada obtenida a partir de una plataforma de presiones, sistema computerizado para el análisis del pie. Este método fue el empleado por Pérez (2014) en su estudio con pacientes psiquiátricos institucionalizados, presenta 2.304 sensores restrictivos que observan 4.096 niveles de presión. Los datos son elaborados y registrados en una ficha electrónica y pasan al ordenador, que está equipado con un software para la interpretación de los mismos.



Figura 1.- De izquierda a derecha: Pedigrafía, Escáner 3D, Pedígrafo y Huella digitalizada
Fuente: Klein y otros, 2009

Para medir la huella en longitud y anchura, se puede hacer directamente con una regla o cinta métrica (Yurt y otros, 2014) o escanear la imagen y medirla empleando un programa informático destinado para tal fin (López y otros, 2014).

Las mediciones realizadas sobre las huellas tienen la ventaja de que pueden ser utilizadas en repetidas ocasiones para diferentes fines,

y en contra, que no permite tomar dimensiones verticales. Además, la calidad de la imagen de la huella puede influir en la exactitud y precisión de las mediciones. Las huellas digitales proporcionan imágenes más fiables (Lee y otros, 2014).

La toma de las medidas del pie también se puede realizar de forma manual y directa sobre la extremidad o mediante un escáner 3D. Son varios los útiles diseñados para medir el pie de forma manual, el empleo de uno u otro depende de los autores y sus preferencias:

- Calibradores, existen varios modelos en función de los fabricantes, pero el más empleado, según estudios revisados en los últimos años, es el denominado, *Pie de Rey o Calliper* (Carmenate y otros, 2014). Éste, a su vez, puede ser analógico o digital. Este instrumento es utilizado en diversos estudios para tomar medidas lineales en cuanto a longitud, anchura y alturas (Alemany y otros, 2001; Paiva de Castro y otros, 2010 a; Paiva de Castro y otros, 2010 b -son dos estudios diferentes-, Tomassoni y otros, 2014). Carmenate y otros (2014), señala al uso del calibrador de grosores también para medir la anchura y alturas del pie. Berral (2012), por su parte, aconseja el paquímetro o compás de diámetros pequeños y el antropómetro o compás de diámetros grandes para medir diámetros, aunque considera que también se puede emplear el *Calliper* para tomar estas dos últimas medidas.

Chaiwanichsiri y otros (2008) también utilizan el paquímetro descrito anteriormente por Berral (2012) en su estudio para tomar las medidas del pie (Véase figura 2).

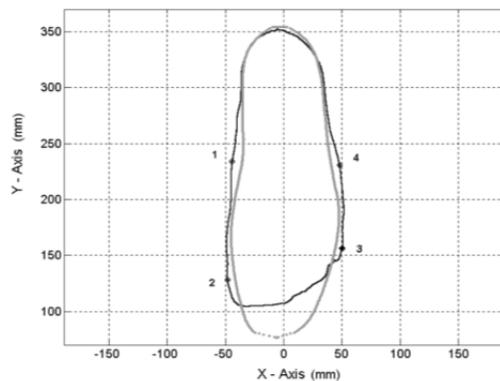


Figura 2.- Medidor empleado por Chaiwanichsiri y otros (2008)

Fuente: Chaiwanichsiri y otros, 2008

En el mercado existe una gran variedad de modelos, en función del tamaño y de la localización en que vayan a emplearse, por ejemplo, exterior o interior. Exponemos aquí algunos ejemplos:

- Cintas métricas, metálicas extensibles o no metálicas, empleadas en sus mediciones por autores como Alonso (1999), Chaiwanichsiri y otros (2008), Klein y otros (2009) y Hong y otros (2011).
- Alemany (2012) utiliza palpadores para el cálculo de dimensiones en las hormas.
- Medidor tipo Brannock, es el empleado, por ejemplo, por Witana y otros (2004), Thompson y Zipfel (2005), Friends (2008) y López (2015) en sus estudios. Thompson y Zipfel (2005), utilizan también este método, afirmando que es más preciso que la medida sobre la huella.
- Medidor tipo Clarks (Harrison y otros, 2007) (Véase figura 3).

**Figura 3.-** Medidor tipo Clarks

Fuente: Witana y otros, 2004

Como comentamos anteriormente, las medidas del pie también pueden ser tomadas de forma automática mediante el empleo de un escáner 3D (Véase figura 1). De hecho, este sistema es ampliamente experimentado en los diferentes estudios revisados (Nácher y otros, 2005; Pleiffer y otros, 2006; Krauss y otros, 2008; Mauch y otros, 2008; Chen y otros, 2009; Klein y otros, 2009; Alemany y otros, 2011; Hong y otros, 2011; Chacón, 2012; Barisch-Fritza, 2014; Delgado y otros, 2014; Lee y otros, 2014; Waseda y otros, 2014; Lee y Wang, 2015; etc.).

La Antropometría aplicada al diseño ergonómico de productos experimentó una revolución en el los años 90 del pasado siglo gracias al desarrollo de este escáner, que, en pocos segundos, permite obtener una reproducción exacta de la forma de una persona en tres dimensiones. Esta nueva tecnología se consolidaría con la primera campaña de toma de medidas 3D realizada en un proyecto conjunto desarrollado entre Europa y EE.UU. (Alemany y otros, 2011).

El escáner 3D presenta múltiples ventajas, entre las que podemos subrayar que es el que va a proporcionar las medidas más sólidas, permite explorar de forma rápida y eficiente a un gran número de participantes y, además, puede surtir huellas digitales de los pies escaneados. Como desventajas, el alto costo de la instalación inicial (Lee y otros, 2014), la alta sensibilidad del sistema escáner a la luz ambiental (Chacón, 2012; Barisch-Fritza y otros, 2014) y el déficit en el

ajuste en los tipos de piel más oscuros o de colores inestables (Barisch-Fritza y otros, 2014).

Además, estudios realizados por Lee y otros autores (2014) evidencian cómo las medidas resultantes varían en función de los diferentes medidores empleados. Así, las proporciones obtenidas mediante el escáner son mayores que el resto, mientras que las tomadas sobre la huella de tinta y la digital fueron muy similares, dando valores menores que el escáner y el pie de rey. Los citados expertos consideran que el que las medidas realizadas mediante el escáner fueran mayores que las demás podría deberse a que este sistema detecta los puntos anatómicos de forma más externa que cuando se hace de forma manual. Las mediciones con el pie de rey fueron algo menores. Hay que apuntar al respecto que estas dimensiones manuales tienden a estar influenciadas por el error humano, ya que el explorador puede comprimir el tejido blando que cubre el punto de interés. Por último, las medidas tomadas a partir de las huellas son menores debido a que no se tiene en cuenta la expansión del tejido blando, siendo el contorno de la huella plantar menor que el contorno real.

2.1.4.2. Medidas del calzado

Las medidas en el calzado pueden ser tomadas de forma externa, por ejemplo, con un medidor tipo Brannock, con el que se obtendrían datos en cuanto a la longitud y la anchura (López y otros, 2015), o también se puede tener información de las medidas internas.

Las mediciones tomadas en el interior del calzado pueden ser realizadas indirectamente, extrayendo la palmilla del interior y tomando las medidas sobre la misma (Klein y otros, 2009; Hayashi y Hosoya 2014); o directamente, mediante diferentes útiles.

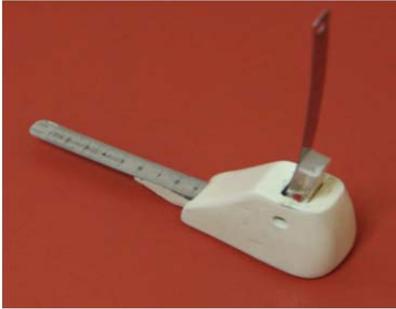


Figura 4 .- Medidor empleado por Klein y otros (2009)

Fuente: Klein y otros, 2009

La forma y los instrumentos empleados para la toma directa de las medidas en el interior del calzado han sido descritas por diferentes autores. Así, por ejemplo, para medir la longitud, Yurt y otros (2014) utilizan un medidor ya aplicado por Klein y otros en el 2009 (Véase figura 4). Harrison y otros (2007) y Chaiwanichsiri y otros (2008) emplean una cinta metálica extensible -similar al sistema de medida anterior- y, para la anchura, unas pinzas en “x” que introducen en la zona más ancha del calzado para, después, trasladar sus cifras a una regla para traducir los resultados en una unidad de medida (Véase figura 5).



Figura 5.- Medidor empleado por Harrison y otros (2007) y Chaiwanichsiri y otros (2008)

Fuente. Chaiwanichsiri y otros, 2008

2.1.4.3. Comparación de las medidas del pie con las del calzado

En la mayoría de los estudios revisados, las tomas de medidas del calzado y el pie se efectúan de forma independiente (empleando métodos ya descritos) para, a continuación, compararlas y obtener un

resultado numérico. A las medidas tomadas en el calzado se restan las del pie y, si la diferencia es positiva, el calzado es mayor que el pie; o al contrario, si la diferencia es negativa (Witana y otros, 2004; Harrison y otros, 2007; Chaiwanichsiri y otros, 2008; Klein y otros, 2009; Yurt y otros, 2014).

Hay otros autores, como López y otros (2015), que visualizan la diferencia de forma directa, al medir el pie y el calzado empleando el medidor tipo Brannock. Witana y otros (2004), por su parte, realiza dos comparaciones de las medidas del calzado y el pie. Por un lado, toma las dimensiones de los pies mediante un escáner 3D y obtiene hormas de esas dimensiones. Posteriormente, introduce la horma en el interior del calzado y comprueba el ajuste, a través de la horma (Véase figura 6). Por el otro, superpone los perímetros del calzado y del pie (en carga) sobre un papel milimetrado para observar las diferencias. Esta última forma de determinar el ajuste también es empleada por Lim y otros (2015). Igualmente, Menz y otros (2014) recurren a un sistema que emplea hormas, si bien en este caso se toman las medidas del pie con un medidor tipo Brannock y es el fabricante el que proporciona diferentes calzados diseñados con hormas de esas medidas. Los participantes en el estudio son los que aportan datos sobre el ajuste y confort de los diferentes tipos de calzado.



Figura 6 .- Medidor empleado por Witana y otros (2004)

Fuente: Witana y otros, 2004

2.2. Calzado

2.2.1. Historia del calzado

El término calzado es definido por la Real Academia Española (RAE), en la acepción que atañe a nuestro campo de estudio, como “Todo género de zapato, borceguí, abarca, alpargata, almadreña, etc., que sirve para cubrir y resguardar el pie” (RAE, 2014).

El origen del calzado se remonta a los tiempos más pretéritos de la existencia del hombre (Cintora, 1988). La especie humana en su evolución ha pasado de estar descalzo desde el nacimiento hasta el óbito a llevar los pies cubiertos desde que es un bebé hasta el final de sus días (Moreno, 2009).

El calzado, de alguna forma, surge y evoluciona casi al mismo tiempo que la especie humana en su afán de sobrevivir en un medio hostil (Fernández, 2005). En la Prehistoria, el hombre primitivo estaba dotado de una piel plantar muy gruesa y resistente que le permitía todo tipo de desplazamientos (Moreno, 2009), pero la dureza del suelo, los cambios climáticos etc., hicieron que adquiriese muy pronto conciencia de la necesidad de proteger sus extremidades inferiores (Cintora, 1988). Para ello, en un primer momento utilizó corteza de los árboles, hojas trenzadas y piel, restos no comestibles de los animales que cazaba y que eran fuertes y duraderos (Moreno, 2009), y envolvían sus pies con estos materiales, sujetándolos a la pierna con unas simples ligaduras (Cintora, 1988).

Las primeras noticias que se tienen del calzado datan del Paleolítico superior (Cintora, 1988; Staheli, 1991; Caballero, 2009), hallazgo procedente de las pinturas rupestres localizadas en las cavernas de Fort Roock (Oregón) (Staheli, 1991). También, gracias a estas representaciones pictóricas en España, sabemos que el calzado

como elemento de protección podría haberse convertido en habitual desde hace unos 30.000 años (D'AoÛtab y otros, 2009).

El calzado más antiguo que se ha localizado (datado hace 8.000 años) son unas sandalias hechas a partir de plantas que fueron encontradas en una cueva de Missouri (Estados Unidos) y otras sandalias de la misma época que fueron encontradas en Israel (*El Mundo*, 2012).

Con el paso del tiempo, este producto, creado inicialmente para proteger el pie, se convierte en un símbolo de estatus social (Staheli, 1991). En la Edad Media, por ejemplo, el calzado de punta, introducido por Count Fulk de Anjou para ocultar una deformidad de su pie (Staheli, 1991), se impone como un atributo de clase, ya que los centímetros de la punta eran directamente proporcionales al rango social de su propietario. En ocasiones, la longitud era tal que se hacía necesario sujetarla a la rodilla con una cadena (Cintora, 1988).

En el Renacimiento, el calzado de punta estrecha es sustituido por uno extraordinariamente ancho denominado “patas de oso”. De esta misma época, desde Venecia y Florencia se lanzan a Europa los “chapines”, que eran como unos zancos de madera ligera forrados de tisú o de cuero. Para caminar sobre este tipo de calzado, “las coquetas precisaban apoyarse en los brazos de las camaristas o de los galanes” (Cintora, 1988; Collado y otros, 2003).

El año 1600 marca un antes y un después en la historia del calzado debido al nacimiento del tacón. Diferentes estudios han constatado que su origen es oriental e inicialmente fue desarrollado durante los siglos XII y XIII como una especie de gancho que se sujetaba en las botas de montar estabilizando el agarre en el estribo (Staheli, 1991). Pero, pronto, los caballeros descubrieron que este elemento les daba mayor altura y elegancia al caminar. De esta forma, desde finales del siglo XVII, el tacón pierde su función práctica para

convertirse en un elemento estético fundamental en el calzado, especialmente, en el empleado por el sexo femenino, siendo las modificaciones en cuanto a su forma y altura uno de los elementos que va marcando tendencias en lo que se refiere a la moda (Cintora, 1988).

Recordemos al respecto que en el Barroco era común el uso de calzado de seda o terciopelo escotado y ampliamente bordado y que sigue utilizándose el tacón alto para estilizar la figura, hasta tal punto que a veces tenían que utilizar bastones para mantener el equilibrio. Fue a partir de la Revolución Francesa (iniciada en 1789) cuando los tacones son suprimidos como símbolo de la aristocracia y poder y se impone el calzado plano durante una época, hasta que, con Felipe II (1556-1598) se vuelve a poner de moda la elevación en el talón (Cintora, 1988).

A lo largo de la historia, el calzado adquiere un carácter clasista y cada civilización le va imprimiendo sus costumbres, mitos y limitaciones, que, incluso, han perdurado hasta nuestros días. Así, por ejemplo, las chinas encerraban sus pies en una especie de cepo para que no creciese y se desarrollase porque, según su tradición, las mujeres con clase “no podían crecer, no podían tener el pie grande” y, como consecuencia, se generaban los pies cavos con los dedos en garra y martillo (Fernández, 2005).

En la actualidad, aunque el hombre camina distancias mucho menores que las que recorría el hombre primitivo, la necesidad de proteger nuestros pies frente a factores ambientales, mecánicos y térmicos, junto con la agresividad de los pavimentos urbanos y los hábitos que nos impone la sociedad actual, hace que seamos totalmente dependientes del calzado (Ramiro y otros, 1995). No obstante, paralelamente, gran parte de su aspecto funcional ha ido siendo suplantado en gran medida por las exigencias de la moda (Menz y otros, 2014).

Andry de Boiseregard, en el siglo XVIII, fue el que marcó diferencias entre el calzado de adulto y el infantil, y ya señalaba que el niño necesitaba uno específico para evitar alteraciones durante el desarrollo que hasta podrían originar patologías en la edad adulta (Caballero, 2009).

Al igual que el calzado de adultos, el destinado a los menores de edad también ha ido sufriendo modificaciones, siempre teniendo en cuenta qué era lo mejor para el pie en desarrollo. Al principio, era diseñado pensando que el pie requería de un apoyo para el correcto crecimiento y que era el calzado el que tenía que aportar esta sujeción, motivo por el que antiguamente se optaba por calzado rígido, muchas veces compresivo, y con elementos anatómicos en su interior (Giannestras, 1979; González, 2001). Con el paso del tiempo y hasta llegar a nuestros días, la investigación ha demostrado que este tipo de calzado no resulta beneficioso y se ha optado por productos más flexibles, de contrafuerte bajo, sin elementos internos, etc. (Staheli, 1991).

2.2.2. Adecuación del calzado en cuanto al ajuste

Son numerosos los autores que hacen referencia al ajuste del calzado al describir las características del calzado saludable. Sintetizaremos aquí las aportaciones que, desde nuestro punto de vista, resultan más significativas:

Moreno (1996) defiende que el calzado ha de ser cómodo y respetar los cambios de volúmenes del pie que acontecen en cada paso a lo largo de la jornada (alargamiento y ensanchamiento).

El Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV, 1999) señala, en términos generales, que un calzado infantil adecuado es aquel que se ajusta a la forma del pie sin oprimirlo, evitando rozaduras y deformidades. Se adapta a los movimientos del pie, permitiendo una

marcha estable y económica desde la óptica del consumo, amortigua los impactos del pie con el suelo al caminar para evitar lesiones y por ende aumenta el confort.

Collado y otros (2003), por su parte, indican que el calzado ideal sería aquel que estuviese adaptado a las condiciones individuales de cada sujeto, aquel que controlase los movimientos del pie, proporcionase una buena sujeción podálica y, al mismo tiempo, permitiese movimientos de los dedos cuando el sujeto camina.

En esta misma línea, Solves y Gil (2006) afirman que un calzado saludable es un calzado confortable, y éste es aquel que se ajusta a la forma del pie y sus dimensiones, adaptándose a sus movimientos.

Moreno (2009) define el calzado fisiológico como aquel que viste el pie respetando todas sus partes.

Más recientemente, el Colegio Profesional de Podólogos de Valencia (2011) ha sostenido que un calzado ideal es "aquel que protege al pie sin deformar la marcha, que facilita la realización normal del paso y que se adapta desde el primer día a las dimensiones del pie del niño"; y Rubio (2013) ha incidido en que en un calzado saludable el balance entre eficacia, comodidad y ajuste ha de ser razonable.

2.2.3. El calzado y su relación con las patologías

Sería repetitivo insistir en que el calzado es un producto elemental que influye directamente en la salud del pie. Sin embargo, sí debemos detenernos a reflexionar sobre esta cuestión: la mayoría de las patologías podológicas son debidas a un uso incorrecto o inadecuado del mismo (Rubio, 2013). Montón y otros expertos (2014) aseguran que el principal motivo del dolor en los pies de los menores de edad se debe al uso de un calzado inadecuado.

El calzado, de alguna forma, modifica los movimientos del pie y disminuye la percepción del terreno, por lo que para su diseño y

confección se han de tener en cuenta aspectos biomecánicos del pie y del miembro inferior. En este sentido, para que el calzado cumpla sus funciones debe tener unas dimensiones y estar compuesto de unos materiales que respeten la Anatomía y la Biomecánica de la extremidad en cuestión (Levy y Cortés, 2003; Unger y Rosenbaum, 2004). De ahí que:

- En la parte superior y delantera del pie, tendremos en cuenta:

- Material de corte

Está constituido por la parte superior y materiales que recubren el calzado, permitiendo su sujeción al pie. Conviene distinguir el corte externo y los materiales destinados al forro o corte interno (Levy y Cortés, 2003). En el niño se recomienda un calzado cerrado, alto sobre el empeine, con cierre uniforme y de fácil manejo (IBV, 1999).

Las características del corte interno o forro están directamente relacionadas con la fricción entre el pie y el calzado. Es importante buscar un equilibrio, ya que una fricción elevada trae como consecuencia lesiones en la piel. Por el contrario, una fricción baja puede incrementar el movimiento relativo entre el pie y el calzado, pudiendo originar molestias en el empeine y los dedos al mismo tiempo que provocaría inestabilidad de la marcha aumentando el riesgo de caídas (Ramiro y otros, 1995).

Para disminuir la fricción, se recomienda un interior de acabado suave como un guante (IBV, 1999), sin costuras o relieves que puedan provocar heridas (Caballero, 2009), y un acabado rugoso del material del forro en la trasera para ayudar a mantener el pie en el interior del calzado (Ramiro y otros, 1995).

El corte externo ha de estar confeccionado con materiales flexibles en toda la zona que recubre el empeine pero, fundamentalmente, en la más ancha del calzado, ya que, si el material es excesivamente rígido, puede dar lugar a que una suela flexible no se comporte como tal (Ramiro y otros, 1995). También ha de tener cierta elasticidad, de forma que se adapte bien a los cambios en el volumen que acontecen en el pie del menor (IBV, 1999), sin comprimir las estructuras y pudiendo producir daño en el pie (Ramiro y otros, 1995). El cuero, empleado para la confección del corte, cumple perfectamente las funciones comentadas anteriormente (Yurt y otros, 2014), pero también pueden utilizarse otro tipo de materiales, como la lycra, el polipropileno o una combinación de ambos (Ramiro y otros, 1995). Es importante que sean materiales transpirables y flexibles, que puedan permitir cierta extensión para que el pie pueda moverse libremente. En contraposición, están totalmente desaconsejados los materiales plásticos, debido a que no son transpirables, no se estiran y son un factor de riesgo para la producción de lesiones en la piel (Kid o Shoes, 2011).

- La pala

Se denomina pala a la parte delantera del corte que cubre el dorso del pie y que va unida a la suela (Fernández, 2005; Moreno, 2009), y es en esta parte donde se encuentra el sistema de ajuste del calzado.

En la zona del empeine, la pala ha de ser flexible y estar almohadillada para no alterar la función de los tendones. Los tendones del pie, a excepción del de Aquiles, presentan una vaina sinovial que permite su deslizamiento a la vez que

aseguran su estabilidad. Estas vainas pueden inflamarse dando lugar a una tenosinovitis producida por microtraumatismos o como manifestación de una enfermedad sistémica. La tenosinovitis de los extensores y del tibial anterior, frecuentemente, se produce por el roce con el calzado en esta zona, siendo más frecuente en aquellos casos en los que el niño presenta mucha altura a este nivel (Núñez-Samper y LLanos, 2007).

- **Puntera**

La puntera es la parte más distal de la pala (Moreno, 2009). En el diseño de la horma se debe prestar atención a la puntera tanto en un plano horizontal, evitando que el calzado ejerza presiones laterales excesivas y que los dedos se solapen, como en el plano lateral, impidiendo las presiones sobre los dedos -a nivel de las articulaciones interfalángicas- y que las uñas rocen con el corte y la plantilla. Teniendo en cuenta estas consideraciones, en el diseño de la puntera en el calzado del escolar se recomiendan que sean redondas o cuadradas (Staheli, 1994; Moreno, 1996), anchas y altas (Gentil y Becerro de Bengoa, 2001) y cerradas para permitir el libre movimiento de los dedos durante la fase de despegue (Caballero, 2009).

Durante el apoyo monopodal, al caminar o al correr, los dedos se extienden y el pie se va alargando de forma ligera a medida que soporta el peso del cuerpo. Del mismo modo, cuando el cuerpo se impulsa hacia delante los dedos se expanden hacia ambos lados, y todos estos movimientos han de ser respetados por el calzado (Gentil y Becerro de Bengoa, 2001).

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el uso de un calzado corto, estrecho o de pala baja puede dar lugar a diferentes alteraciones funcionales y, como consecuencia, a diferentes patologías. Es importante considerar que calzado pequeño no es sólo aquel en el que los dedos lleguen a la puntera sino que, aun siendo la talla del niño, se encuentra deformado, provocando lesiones e incluso, un rechazo 'injustificado' por parte del menor (Caballero, 2009).

En este sentido, un calzado que no se ajuste bien en la zona delantera del pie va a impedir el libre movimiento de los dedos (Barnes, 2011; Arroyo, 2013; Catoira, 2014; Diligent y Diebold, 2014), pudiendo producir su flexión y desviación de la línea media, desviaciones de los mismos en el plano sagital (dedos en martillo (Mix, 2001; Montón y Cortés, 2014), dedos en garra (Moreno, 2009) o dedos en garra distal (Mix, 2001) y/o en el plano frontal (dedos en abducción/aducción (Echevarría, 2006).

Además de alteraciones en los dedos centrales, un calzado inadecuado también puede provocar anomalías en cuanto a la alineación del primer (Brownrigg, 1996; Sánchez, 1997; Núñez-Samper y LLanos, 2007; Viladot y Viladot, 2009) y del quinto radio (Farrington, 2003). Si se utiliza un calzado de puntera estrecha que no permite un espacio suficiente para el movimiento de los dedos, obligatoriamente se producen cambios en las posiciones del primer y quinto dedo. Éstos, en contacto con las paredes laterales del calzado, se van a agrupar sobre los dedos centrales alterando el patrón de la marcha. De esta forma, las estructuras esqueléticas, que no se encuentran preparadas para recibir determinadas cargas, comienzan un lento pero progresivo proceso de adaptación a

este calzado estrecho y, si se usa de forma continuada, se produce un engrosamiento del tejido óseo a nivel de la primera y quinta cabezas metatarsianas, dando lugar al Hallux Abductus Valgus (HAV) y al juanete de sastre (Ramiro y otros, 1995). Unas deformaciones que, por añadidura, se ven agravadas por la combinación del calzado estrecho y el uso de tacón (Wagner y otros, 2015).

El HAV, es considerado una patología frecuente en el pie calzado, aunque también puede verse en la población descalza. El origen de la deformidad no sólo se debe directamente al confinamiento y presión externa ejercida por el calzado sino también, indirectamente, a la atrofia muscular secundaria a la inhibición de la actividad de los dedos (Coughlin, 2005).

En un calzado corto, o si la puntera es estrecha y baja, se bloquea el juego elástico del pie al caminar, impidiendo la flexión de los dedos, y, además de la deformidad comentada anteriormente, se provoca una alteración a nivel de la articulación metatarsofalángica, aumentando la presión a nivel de las cabezas metatarsales centrales y produciéndose una sobrecarga metatarsal (Gentil y Becerro de Bengoa, 2001; Núñez-Samper y Llanos, 2007).

En la zona del antepié también podemos encontrar una patología denominada Neuroma de Morton o ensanchamiento de la rama del nervio plantar interno (Viladot y Viladot, 2009), que se ve favorecida por el uso de calzado estrecho combinado con tacón alto (Moreno, 2009). A nivel de los metatarsianos, resulta interesante tener en cuenta la posible presencia del hueso supernumerario "*os intermetatarsium*", que puede dar

lugar a patologías por la compresión procedente de un calzado estrecho (Núñez-Samper y Llanos, 2007).

Como posibles relieves óseos en el antepié que son conveniente considerar con el objetivo de evitar alteraciones provocadas por el roce con el calzado, se pueden citar, entre otros, la base del quinto metatarsiano, que puede aparecer más abultada por una apófisis estiloides prominente (Goldcher, 1992) y la presencia de un hueso supernumerario localizado en la base del quinto metatarsiano que se denomina “*os vesalianum*” (Núñez-Samper y Llanos, 2007).

En el calzado escolar es conveniente que la puntera esté reforzada, concretamente, que contenga puntafuerte, un refuerzo situado entre el forro y el cuero externo del corte para amortiguar los golpes (Viladot y otros, 1997; IBV, 1999). Un refuerzo que ha de vigilarse ya que se puede clavar cuando el menor flexione el pie (IBV, 1999).

- Orejas o piezas de cordones

Se llama así a la porción que contiene los agujeros para los cordones o cualquier otro sistema de cierre (Moreno, 2009). En estas orejas se localizan las carrilleras, refuerzos de plástico u otros materiales que dan sujeción a los ojales. Estos no han de superar la zona de flexión de los dedos, ya que podrían clavarse en el dorso de los mismos durante la fase de despegue (Levy y Cortés, 2003).

El sistema de cierre puede ser variado dependiendo del tipo de actividad que realice el escolar, en cualquier caso, debe poder regularse en función de la anchura del pie y del grosor de la media o calcetín que se utilice (Caballero, 2009). Además, ha de permitir el cierre del calzado de forma

uniforme a lo largo de toda la longitud para evitar que el pie se deslice hacia delante. Si se trata de cordones, éstos han de tener una longitud adecuada (Walther y otros, 2008) y las orejas deberían disponer de entre cuatro y ocho ojales (Ramiro y otros, 1995).

En el escolar, se recomiendan unos abrochamientos sencillos y de fácil manejo, tipo velcro, sobre todo en las primeras etapas (IBV, 1999; Yurt y otros, 2014) de su crecimiento.

- Lengüeta

Su misión es la de proteger la piel del dorso del pie frente al roce de los elementos de cierre. Algunos expertos como Fernández (2005), Moreno (2009) y Ramiro y otros (1995) aconsejan que sea almohadillada y suave, con el fin de para distribuir de forma uniforme la presión de los cordones (en el caso de que fuera éste el sistema de cierre) sobre el empeine. Resulta fundamental el papel desempeñado por la lengüeta, ya que una excesiva compresión externa por parte de los cordones puede dar lugar al atrapamiento del nervio superficial profundo, patología descrita por Henry (1945) y que provoca dolor a nivel del trayecto nervioso y adormecimiento del dorso del pie (Viladot y Viladot, 2009).

A la hora de considerar el ajuste del calzado a nivel del mediopié, es preciso tener en cuenta que muchos niños presentan una prominencia a nivel de las cuñas o del escafoides tarsiano (Montón y otros, 2014), en el dorso del pie denominado *gibbus tarsi* y que, aún no siendo patológico, sin embargo, puede llegar a desarrollar una sintomatología por el roce con el calzado. De ahí la necesidad de calzado ancho y pala alta (Del Castillo y Delgado, 2001).

Siguiendo con los relieves óseos y el posible conflicto con la altura de la pala del calzado a nivel del mediopié, y en concreto en el área de las cuñas, cabe citar la posible presencia de un hueso supernumerario denominado “*os cuboideum secundarium*” (dorsal y medial al cuboides) (Núñez-Samper y Llanos, 2007). Goldcher (1992) profundiza en este sentido al subrayar que, en el momento de seleccionar el calzado, es necesario tener en cuenta el punto más prominente a nivel dorsal, afirmando que éste es el formado por la segunda cuña y la base del segundo metatarsiano (Goldcher, 1992).

Asimismo, podemos encontrar la presencia de un escafoides accesorio, situado a nivel de la tuberosidad (“*os tibiale externun*”), variedad anatómica en la que el escafoides aparece con forma de cuerno formando una gran prominencia, debido a la fusión con el accesorio en el lado medial (Orrit, 1997) o un escafoides un poco más prominente de lo normal (Ebri, 2001). Otra estructura anatómica a tener en cuenta por sus potenciales repercusiones en el uso del calzado es la prominencia del tibial anterior (Goldcher, 1992), junto a la cabeza del astrágalo en aquellos movimientos en los que se realiza una extensión forzada, gesto bastante frecuente en los escolares (saltos, patadas) (Viladot y Viladot, 2009).

Para terminar, en el diseño de esta parte delantera del calzado, y también para facilitar su adaptación al pie, se ha de tener en cuenta la unión del empeine con la pala. Se recomienda evitar cosidos o refuerzos que sean altos sobre el pie o próximos a la zona de flexión del antepié. Por el contrario, está aconsejado el corte en el que el empeine no se cosa a la pala y se rehúyan cosidos cerca de la zona de flexión

del antepié en forma de “u”, ya que dota de rigidez a la zona del empeine. Como se deduce de esta información, lo mejor es que el cosido sea lo más bajo y anterior o posterior a la zona de flexión (Ramiro y otros, 1995).

En resumen, el ajuste en el área del empeine depende de diferentes factores, entre los que se encuentran el diseño y material del corte, el cierre, la elasticidad del material en esta zona y los elementos de unión entre el empeine y la pala. Mediante el sistema de ajuste a este nivel, se evitan el deslizamiento interno del pie y los destalonamientos, facilitando el despegue y disminuyendo la fatiga asociada al desarrollo del paso (Levy y Cortés, 2003).

- En lo que respecta al nivel de la parte superior y trasera del pie, tendremos en cuenta:
 - Talonera o trasera

Constituye la parte proximal del corte correspondiente al talón y, junto con la parte más proximal de los flancos, forma la caña del calzado (Levy y Cortés, 2003). La talonera es lo que abraza externamente al contrafuerte (Moreno, 2009). La misión fundamental de la trasera es la de proporcionar el “agarre” necesario, evitando que el calzado se salga del pie en la fase de despegue de la marcha (IBV, 1999), y sujetar al pie para facilitar su adaptación al movimiento de elevación del talón (Levy y Cortés, 2003). Debe ser cerrada y estar bien ajustada al talón (IBV, 1999), siendo recomendable, del mismo modo, que se adapte a la forma del pie en carga, tanto en la parte superior como en el apoyo de talón (Levy y Cortés, 2003). La parte de la trasera ha de ser más estrecha en la parte superior, ser suave e ir debidamente acolchada para evitar rozaduras y molestias en la zona del tobillo y en la

inserción del tendón de Aquiles (Levy y Cortés, 2003; Ramiro y otros, 1995).

En el calzado infantil lo ideal es que la talonera sea cerrada (Levy, 2003). Es más, un calzado destalonado está totalmente desaconsejado y, en el caso de utilizarse, éste deberá contar con una cinta ancha y elástica de altura inferior a la inserción del tendón de Aquiles, eludiendo así rozaduras e inflamaciones (IBV, 1999), e irá acompañada por una cazoleta de talón en la plantilla (Ramiro y otros, 1995).

Si la talonera no contiene el pie en el interior del calzado, se puede originar una bursitis preaquílea porque no se adapte bien al pie, así como un rozamiento constante del talón, que tiende a escaparse en cada paso. Un mal ajuste a nivel de la trasera, puede producir también la compresión del nervio sural, si ejerce presión por detrás o por debajo del maléolo externo (Viladot y Viladot, 2009).

- **Contrafuerte:**

El contrafuerte es una pieza de material rígido, un elemento de refuerzo que se inserta en la trasera y que se encuentra rodeando al talón. Su misión es, sobre todo, la de mantener el talón perpendicular al suelo y adaptarse a su forma (Levy y Cortés, 2003; Moreno, 2009). Un contrafuerte adecuado es aquel cuya longitud no rebasa la articulación astrágalo-escafoidea y calcáneo-cuboidea, tiene una altura inferior al tobillo y a la inserción del tendón de Aquiles, llegando justo por encima del talón (Caballero, 2009), y es más fino y acolchado en la parte superior y más rígido y grueso en la inferior (Ramiro y otros, 1995).

La misión del contrafuerte es, fundamentalmente, la de estabilizar la tendencia al valgo que presenta el pie del escolar (Casteleiro y García, 1987). El contrafuerte ha de ser firme pero no demasiado rígido (Caballero, 2009) y debe tener la rigidez necesaria para asegurar que se mantenga el talón en posición vertical (Aycart y González, 1993; Gentil, 2007), sin que se deforme si aplicamos una fuerza en la parte superior, y, a la vez, debe ser estrecho para que se ajuste perfectamente al talón (Gentil, 2007).

En cuanto a las patologías que se pueden presentar a nivel del talón y que se relacionan con el contrafuerte, destacamos las exóstosis a nivel del calcáneo y excrecencias o malformaciones del calcáneo producidas por la comprensión de las partes blandas con el calzado (Moreno, 2009; Viladot y Viladot, 2009).

En este contexto, hay que recordar que existe una gran variedad de exóstosis en función de la forma del calcáneo. Viladot (1989) destaca dos: la *exóstosis posteroexterna*, prominencia redondeada situada en la cara externa de la tuberosidad mayor, producida por un excesivo desarrollo de la cresta que separa los surcos de los peroneos; y la *exóstosis posterosuperior o exóstosis de Hanglud*, que es la más frecuente y tiene lugar normalmente en calcáneos altos y puntiagudos.

El contrafuerte del calzado puede presionar repetidamente en la exóstosis, comprimiendo las partes blandas. Es característica la presencia de una tumoración dolorosa a nivel de la cara posterior del calcáneo, generalmente indurada, debido a la fibrosis interna y a la hiperqueratosis de la piel. En ocasiones, esta tumoración es

blanda por la formación de un higroma. Es tal la importancia que tiene el calzado en esta afección que, como tratamiento conservador, lo que se aconseja es un cambio del mismo o la utilización de uno destalonado (Viladot y Viladot, 2009).

Un calzado sin contrafuerte, con un contrafuerte excesivamente flexible o destalonado, no controlará la eversión del calcáneo, permitiendo movimientos en pronación que sobrepasan los límites biomecánicos, con lo que la fascia plantar se encontrará sometida a una tensión excesiva, sobre todo, a nivel de las inserciones medial y plantar en la tuberosidad del calcáneo. Inicialmente tiene lugar una fascitis (Gómez, 2012; López, 2014) pero, si la tensión permanece en el tiempo, se puede producir una periostitis en la inserción calcánea que puede acompañarse, incluso, de una proliferación ósea (espolón) (Viladot y otros, 1997).

También, y como consecuencia del roce de la cara posterior del calcáneo con el contrafuerte del calzado, se podría desembocar en la inflamación de las bolsas serosas (Núñez -Samper y Llanos, 2007; Viladot y Viladot, 2009). El contrafuerte puede irritar el tejido subcutáneo y da lugar a una bursitis retroaquilea y, si además coincide con que hay una exóstosis de Haglund, puede irritarse también la bolsa retrocalcánea e, incluso, inflamarse el tendón, originando una tendinitis insercional, una entesitis aquilea (Núñez -Samper y Llanos, 2007). Un contrafuerte demasiado rígido a largo plazo a nivel medial puede, igualmente, ser factor causal de una escafofoiditis tarsiana (Ebri, 2001).

Hay que destacar en este sentido la presencia del calzado como un factor etiológico en las lesiones cápsulo-ligamentosas, dado que un calzado que no lleve un buen

contrafuerte puede dar lugar a lesiones del complejo lateral eterno y a una inestabilidad de tobillo (Núñez-Samper y Llanos, 2007; Cocera, 2015).

En general, son variados los errores que podrían detectarse en el diseño de la parte posterior o más proximal del corte en el calzado, entre ellos, que sea demasiado curvado, con lo que se podrían producir rozaduras y bursitis; un diseño excesivamente alto, que dificultaría el movimiento del pie y lastimaría el tendón de Aquiles y los maléolos; y que sea excesivamente bajo o flexible, y no tendría utilidad alguna (Levy y Cortés, 2003).

- Embocadura:

Es el borde superior del hueco por donde entra el pie. Al igual que el contrafuerte, ha de estar más bajo por la parte externa para no dañar el maléolo (Moreno, 2009). Se aconseja que la embocadura esté acolchada en el borde superior para proporcionar un mayor bienestar (Levy y Cortés, 2003), fundamentalmente, en el caso de que el calzado fuese de caña alta (IBV, 1999).

- La caña:

Es la parte del calzado que queda por encima de la embocadura, y en el calzado infantil es primordial tener en cuenta la altura de esta pieza (Moreno, 2009).

No se debe confundir el concepto de bota con los botines o un zapato que tenga cierta altura posterior del forro de la piel a modo de “*botita*”, que resultan inofensivos, e incluso pueden ser atractivos para los padres en épocas de frío, y evitan que el menor se descalce (Ebri, 2001; Roté y González, 2003).

En cuanto al uso de botas, se considera un error que el calzado supere la articulación del tobillo. En la marcha es esencial que ciertas articulaciones permanezcan libres, y una de éstas es la articulación tibio-peronea-astragalina (TPA). El uso de botas altas que sobrepasen esta articulación va a resultar nocivo para una correcta deambulación. Es importante en estas edades tempranas el uso de un calzado que permita al pie tener la máxima libertad, ya que, si se inmoviliza o dificulta la movilidad de esta articulación, el niño tardará más tiempo en aprender a caminar (Ebri, 2001; Roté y González, 2003), al mismo tiempo que se le provoca un debilitamiento de la zona afectada, al impedir la correcta utilización de los músculos (Casteleiro y García, 1987; Caballero, 2009) y de los ligamentos que intervienen en su sujeción, perdiendo estabilidad y, por tanto, el equilibrio (Moreno, 1996).

Moreno (1996) recomienda, para el escolar, un calzado de caña baja, incluso mejor el de caña intermedia, ya que, por regla general, los padres suelen comprar un calzado un poco más largo con la intención de que permita el crecimiento normal y, si la caña es baja, se corre el riesgo de que no se mantenga sujeta al talón al caminar.

- Suela:

La suela es la parte inferior del calzado y está en contacto con el suelo. Ejerce diferentes funciones, una de ellas es la de permitir la adaptación del calzado a los movimientos del pie. En este sentido, ha de ser lo suficientemente flexible en el área de flexión metatarsofalángica y también en una orientación transversal, de tal forma, que quede asegurado el movimiento de torsión necesario entre el antepié y el retropié

(Hillstrom y otros, 2013). Así, se disminuye el riesgo de lesiones durante los cambios bruscos de dirección y se evitan caídas al pisar cualquier objeto (Ramiro y otros, 1995). En la parte del retropié, sin embargo, ha de ser un poco más rígida para evitar torsiones (Caballero, 2009).

2.2.3.1. Patologías relacionadas con un ajuste inadecuado

En general, un calzado que no se ajuste al pie, puede generar una serie de alteraciones:

- A nivel de la piel:
 - Heridas, lesiones cutáneas, producidas por el roce (Caballero, 2009).
 - Flictenas o ampollas, pues, si no existe una buena adaptación entre el calzado y el pie, no se acoplan los movimientos al caminar (Moreno, 2009).
 - Hiperqueratosis por la fricción o el roce intermitente y continuo (Mix, 2001; Prats, 2003).
 - Helomas, generalmente, se sitúan en la zona del antepié, en el lateral del quinto dedo (Mix, 2001) y en la parte dorsal de las articulaciones interfalángicas de los dedos (Echevarría, 2006).
 - El hecho de llevar un calzado pequeño hace que el pie se encuentre con más humedad, por falta de ventilación, hecho que favorece el inicio de infecciones cutáneas (Chaiwanichsiri y otros, 2008).
- A nivel de partes blandas:
 - Higromas, inflamación aguda o crónica de una bolsa serosa como consecuencia del roce del calzado con un resalte óseo (Echevarría, 2006).

- Bursitis, inflamación de las bolsas serosas, que son las encargadas de proteger las partes nobles que tapizan frente a microtraumatismos y que también, se pueden inflamar como consecuencia del roce del calzado (Núñez-Samper y Llanos, 2007).
- Alteraciones tendinosas, ligamentosas y a nivel óseo (ya descritas en el apartado anterior).
- A nivel de las uñas:
 - Alteraciones ungüeales, entre las que se encuentran, entre otras, la onicogriposis, uña epidérmica o blanda, helomas subungueales, hemorragias o hematomas subungueales (Martínez, 2006). Dentro de estas alteraciones, la onicocriptosis merece consideración aparte por la elevada incidencia de la misma en la etapa escolar, que se ve favorecida por el uso de un calzado mal ajustado (Del Castillo y Delgado, 2001; Martínez, 2006; Montón y otros, 2014).
 - Infecciones ungüeales, como pueden ser la tiña de las uñas, la paroniquia aguda o la crónica. Uno de los factores que favorecen la infección son los microtraumatismos locales producidos por un calzado no adecuado (Martínez, 2006).

2.2.3.2. Influencia del calzado en el pie

¿Es el calzado responsable de las afecciones del pie? Ésta es una cuestión que, ya desde antaño, se ha debatido y, habitualmente, con conclusiones negativas para este producto. Se afirma que gran parte de las patologías podológicas son fruto de la civilización actual, del hecho de ir calzados y del terreno sobre el que caminamos (Viladot y Álvarez, 1995). En esta línea, Wolf y otros (2008) señalan que el aumento en la prevalencia del pie plano y el HAV en las sociedades modernas puede ser una consecuencia de llevar un calzado inadecuado en la infancia.

Sin embargo, debemos recordar que el calzado surge, originariamente, para la protección del pie (Barton, 2009; Moreno, 2009). El desarrollo de lesiones no está producido en sí por el uso del calzado sino por un uso incorrecto o inadecuado del mismo (Rodríguez, 1995; Rubio, 2013; Yurt y otros, 2013). González (2000) y el Colegio de Podólogos de Valencia (2013) argumentan que actualmente una de las principales causas de la aparición de deformidades y lesiones en los pies de los niños es, precisamente, el uso de un calzado incorrecto.

La influencia que el calzado ejerce sobre la morfología del pie ha sido descrita por diversos autores. Wells (1931) observa que existen diferencias a nivel del arco medial, mientras que Ashizawa y otros (1997) encuentran mayores dimensiones en cuanto a la longitud y a la anchura del pie descalzo, siendo Kadambande y otros (2006) los que determinaron que los pies de la población descalza eran más flexibles que los que utilizaban calzado. Staheli (1991, 1994), por su parte, señala que el pie que no se calza se caracteriza, entre otras cosas, por tener mayor movilidad en el antepié, un mayor grosor plantar, pliegues tanto en el dorso como en la planta del pie -debidos a la flexibilidad de la articulación mediotarsiana- y por los dedos extendidos a causa de la alineación de la falange con el metatarsiano.

Estudios de principios y mediados del pasado siglo, como los realizados por Hoffman (1905), Engle y Morton (1931) y James (1939), apuntan a la ausencia de deformidades del pie en estática en la población descalza. Emsile (1939), concretamente, estudia el efecto que producía el calzado en menores de entre 2 y 4 años y observa cómo a esta edad ya presentaban deformidades en los dedos, que, sin embargo, no fueron vistas en los descalzos. Sim-Fook y Hodgson(1958) no defienden de forma categórica que la ausencia de calzado evite deformidades, pero sí constatan que la población descalza presenta menos deformidad. Igualmente, Robbins y otros (1988) sugieren que el

pie descalzo, habitualmente, es menos propenso a las lesiones que el calzado, basándose en que personas que nunca había usados zapatos habían tenido relativamente pocos trastornos en los pies.

Dentro de este campo, Rao y Joseph (1992) estudiaron el efecto del calzado en el desarrollo del arco longitudinal en 2.300 menores de la India y comprobaron que la frecuencia del pie plano era mayor en aquellos que utilizaban calzado. Zipfel y Berger (2007), en un estudio sobre restos óseos, detectaron que aparecían más patologías graves en los metatarsianos en las poblaciones de calzados que entre los descalzos. Una línea en la que hace hincapié el estudio efectuado por D'ÁoÛt y otros (2009), quienes observan cómo en el pie que camina sin calzado la distribución de las presiones es uniforme a lo largo de toda la planta y, sin embargo, con el calzado, la presión se concentra fundamentalmente en el talón y en el metatarso.

A pesar de todo lo expuesto, la postura no es unánime entre los expertos. Hay quienes sostienen que, aun habiendo patologías que son más comunes en personas calzadas, también se han encontrado, aunque no con la misma frecuencia, en sujetos que nunca habían utilizado calzado (Kato y Watanabe, 1981; Sim-Fook y Hodgson, 2009; Barisch-Fritza y otros, 2014).

Más específicamente, D'ÁoÛt K y otros (2009) señalan que en este tipo de estudios entre calzados y descalzos es complicado llegar a conclusiones claras. Argumentan que es muy difícil encontrar población calzada y descalza dentro de una misma etnia y que considerar las etnias es elemental en cuanto a la gran influencia que ejercen en la morfología del pie.

La *Canadian Paediatric Society* (2009) postula que, históricamente, las diferentes culturas han comparado ambos colectivos concluyendo que las deformidades de los pies eran más comunes en las personas descalzas. Sin embargo, afirma que el desarrollo del pie en niños sanos

muestra una progresión fisiológica que no parece ser modificable por el calzado.

La historia evolutiva de los seres humanos muestra que moverse descalzo es una cosa natural. El uso de calzado, aunque se ha relacionado con patologías, se hace imprescindible para caminar, sobre todo, en sustratos no naturales. Pese a todo, diferentes investigaciones sugieren que lo realmente importante es que el calzado quede bien ajustado al pie, ya que, si no respeta la forma y la función natural de éste en la infancia, podría dar lugar a deformidades y patologías en la edad adulta (Bivings, 1953; D'ÁoÛt K y otros, 2009). Una tesis que Hoffman (1905) ya defendía al mostrar la importancia de considerar el ajuste en la etapa infantil, ante la gran capacidad plástica del pie.

Debida a ésta y a su estructura muy flexible, el pie está capacitado para cambiar y adaptarse a una amplia variedad de formas de calzado (Valverde, 1995; Brownrigg, 1996), resultando, consecuentemente, que todo lo que produzca una restricción del movimiento es lo puede dar lugar a alteraciones (Glendon, 1987; Rajchel-Chyla y otros, 2012).

Encontramos múltiples estudios que validan que el calzado mal ajustado puede impedir el desarrollo normal del pie del niño y causar patologías que perduran en la edad adulta. Sachithanandam y Joseph (1995), por ejemplo, señalan que el pie plano es más frecuente en la población calzada que en la descalza y que la lesión viene determinada por la edad en la que los niños fueron calzados. No obstante, la etiología del pie plano no sólo se deriva del uso del calzado. Autores como Kusumoto (1990), Rao y Joseph (1992), Echarri y Forriol (2003), Cetin y otros (2011) muestran en sus estudios que la frecuencia del pie plano es mayor para aquellos que utilizaban un calzado cerrado, pero disminuye en los escolares que llevaban sandalias o algún tipo de calzado no constrictivo. Y es ésta la característica fundamental a tener

en cuenta para que este producto cumpla su función protectora sin causar patología (D'AoÛt K y otros, 2009).

Es necesario, a pesar de ello, evidenciar que hay autores como Revenga y Buló (2005) que, en su trabajo sobre el pie plano valgo, no encuentran una relación estadísticamente significativa entre el pie plano y la edad con la que el niño empezó a caminar, ni con la que empezó a llevar calzado, ni con la tipología de éste.

En este mismo ámbito de estudio, Staheli (1994) precisa que son muchos los autores que incluyen dentro de los efectos perjudiciales del calzado la deformidad de los dedos y el HAV. Es el caso de Coughlin (1995), quien, en su estudio con niños de edades comprendidas entre los 2 y los 18 años para determinar la etiología del HAV en los jóvenes, llega a la conclusión de que el calzado, aunque no es el principal causante etiológico de la patología en estas edades, sí que constituye un factor de riesgo.

El citado autor piensa que no sólo el hecho de llevar calzado predispone a padecer la patología, sino también que el calzado no quede bien ajustado. Además, asegura que la relación entre el calzado y el HAV se debe al confinamiento y presión externa ejercida por el calzado tanto como, indirectamente, a la atrofia muscular secundaria y a la inhibición de la actividad de los dedos. Klein y otros (2009), conscientes del papel del ajuste del calzado en la etiología del HAV, indagan en la asociación entre el uso de un calzado de longitud insuficiente en la infancia y el desarrollo de esta patología, demostrando cómo el llevar un calzado más corto que el pie está directamente relacionado con el riesgo de sufrir dicha lesión.

2.2.4. Un calzado para cada etapa

El menor de edad no debe ser calzado hasta que camine y, cuando lo haga, el calzado será lo más flexible posible (Fortes y Hernández, 1997).

La influencia del calzado correcto en la primera infancia va a ser determinante en la adquisición biomecánica en esta etapa (Ebri, 2001). Es más, con carácter global, podemos afirmar que el calzado usado en cada una de las etapas de desarrollo de los escolares puede tener una gran influencia en la salud del niño y en su desarrollo motriz (Olaso y otros, 2010).

El I.B.V. (1999) marca las siguientes etapas en el proceso de desarrollo del pie y adquisición de la marcha y marca la necesidad de un determinado tipo de calzado para cada una de ellas:

□ Etapa de predeambulación (0- 18 meses):

Es importante tener clara la función del pie en este momento. Al inicio de esta fase, el niño no camina, su pie le sirve fundamentalmente para explorar el entorno (IBV, 1999) actuando como receptor de estímulos (Merlo-Longhi, 2015).

Calzado de preandantes y para pre-gateo y gateo:

Antes de que el menor comience a caminar, carece de sentido diseñar un calzado propiamente dicho. Sin embargo, sí es conveniente la utilización de elementos que protejan al pie contra el frío, la humedad y los golpes, así como que estos estén fabricados de materiales suaves, que se adapten al pie y no impidan su normal crecimiento y desarrollo (California Podiatric Medical Association (CPMA); Ramiro y otros, 1995; Moreno, 1996; Fortes y Hernández, 1997; IBV, 1999; Ebri, 2001; Rotés y González, 2003; Walther y otros, 2008; Colegio Profesional de Podólogos de Andalucía, 2014).

- El material de corte ha de ser muy flexible, que se adapte al pie sin dañarlo (Fortes y Hernández, 1997; CPMA; IBV, 1999; Walther y otros, 2008).
- Se aconseja que la puntera sea ancha y redondeada vista desde el lateral (Fortes y Hernández, 1997; IBV, 1999).
- La trasera ha de ser muy flexible, suave y alta para evitar que pierdan el calzado (IBV, 1999).
- Es conveniente que el calzado esté provisto de un cierre de tipo acordonado con un solo lazo o un velcro (IBV, 1999).
- La suela, preferiblemente, debe ser lisa, de piel o goma suave de 2 o 3 mm. (IBV, 1999).
- El interior del calzado debe ser suave y sin costuras (IBV, 1999; Walther y ptros, 2008).

□ Etapa de adquisición de la marcha (1,5-3 años):

Se considera de vital importancia tener en cuenta la osificación de los huesos cortos del pie y la conveniencia del uso del calzado como un factor que favorece el desarrollo óseo normal (carga como estímulo para el crecimiento). No obstante, el calzado empleado ha de permitir la estimulación del exterior (Walther y otros, 2008).

Calzado para principiantes:

- El calzado ha de tener una longitud 10 mm. superior al del pie (IBV, 1999; Levy y Cortes, 2003).
- La puntera ha de ser ancha y alta (Ebri, 2001), redonda o cuadrada, y redondeada vista desde el lateral. Cerrada y con un refuerzo de cierta rigidez para la protección de los dedos (IBV, 1999; Ebri, 2001). Simultáneamente, ha de permitir libertad de movimientos, de forma que los dedos no queden “amortajados” dentro de una puntera estrecha (Ebri, 2001), lo que podría dar lugar a patologías que podrían perdurar hasta la edad adulta (Walther y otros, 2008).

- El material de corte proporcionará flexibilidad para adaptarse al pie (IBV, 1999; Colegio Profesional de Podólogos de Andalucía, 2014).
- El sistema de abrochamiento debe ser alto sobre el empeine (Fortes y Hernández, 1997; IBV, 1999; Rotés y González, 2003), con una lengüeta de piel suave (IBV, 1999; Levy, 2003).
- Se recomienda una suela plana (no más de 3-4 mm.) flexible en la zona de los dedos (Fortes y Hernández, 1997; IBV, 1999; Rotés y González, 2003) y con características moderadas de fricción (Levy y Cortés, 2003).
- En cuanto al interior del calzado, éste ha de ser suave y blando, sin costuras internas, y el forro debe tener cierto grado de agarre para evitar deslizamientos del pie en el interior del calzado (IBV, 1999; Ebri, 2011).

□ Etapa de maduración de la marcha (4-7 años):

En esta fase, el niño empieza a caminar de forma independiente hasta alcanzar el patrón de marcha adulta (IBV, 1999; Caballero, 2009). Por consiguiente, es importante considerar un aumento de la actividad física en esta etapa, quedando el pie sometido a grandes esfuerzos, por lo que el calzado deberá proteger frente a posibles lesiones (IBV, 1999). Ha de ser ligero, cómodo y debe acompañar al escolar en cada uno de sus movimientos, incluso en los más bruscos. Paralelamente, proporcionará el estímulo necesario a la planta del pie (Caballero, 2009).

Calzado para infantes:

- La holgura interior en cuanto al largo del calzado debe ser entre 10 y 15 mm. (IBV, 1999; Levy y Cortés, 2003).
- La puntera ha de ser ancha, alta y redondeada vista desde el lateral. Cerrada y con un refuerzo de cierta rigidez para la protección de los dedos (Moreno, 1996; IBV, 1999; Ebri, 2001;

Caballero, 2009), al mismo tiempo ha de permitir que los dedos se muevan libremente (Ebri, 2001).

- El material de corte proporcionará flexibilidad (Casteleiro y García, 1987; Colegio Profesional de Podólogos de Andalucía, 2014).
- El sistema de abrochamiento debe ser alto sobre el empeine (Fortes y Hernández, 1997; IBV, 1999; Rotés y González, 2003) con una lengüeta de piel suave, y se recomienda un cierre sencillo como puede ser el velcro. Si el calzado fuese de caña alta, ésta deberá ser blanda, con la parte superior acolchada y más estrecha en la zona del tobillo que en el talón (IBV, 1999).
- Es conveniente el uso de un calzado con la suela flexible y antideslizante (Caballero, 2009). En esta fase ya se empiezan a incorporar cauchos o poliuretanos con espesores de entre 5 y 10 mm. (Levy y Cortés, 2003).

□ Etapa de aumento de la actividad (7-14 años):

La marcha en este periodo es semejante a la del adulto, existiendo algunas diferencias de velocidad y cadencias, pero el calzado también comienza a ser muy similar al del adulto (Levy y Cortés, 2003). No obstante, debemos anotar algunas precisiones.

En primer lugar, el calzado para niños reúne las mismas características que el calzado para infantes en cuanto a la holgura interior, la puntera, el material de corte y el sistema de abrochamiento (IBV, 1999).

Hay que recordar que todavía son pies en crecimiento, aunque ya se asemejen mucho a los del adulto, por lo que se requiere que el calzado sea fabricado utilizando hormas que favorezcan este fenómeno (Caballero, 2009).

2.2.5. Cambio de calzado según el crecimiento del pie

El cambio de calzado en el niño ha de ser frecuente, puesto que éstos se encuentran en un periodo de máximo crecimiento. Es importante considerar que al año puede triplicar el peso y aumentar hasta en 25 cm. la estatura (Casteleiro y García, 1987).

El crecimiento general es muy evidente. Sin embargo, algunos padres subestiman la tasa de crecimiento de los pies, sin saber que de 0 a 1 año pueden necesitar hasta tres tamaños (Walther y otros, 2008).

Al igual que sucede con el crecimiento del pie, no se encuentra un solo criterio para establecer, cuándo es conveniente el cambio de calzado sino que varía en función de los autores (Véase Tabla 1). En cualquier caso, sobre lo que sí hay unanimidad es en que en este grupo de población ha de cambiarse generalmente por el crecimiento del pie y no por el deterioro del calzado (Casteleiro y García, 1987).

EDAD	CAMBIO/AÑO	AUTOR/ES
(0-12 meses)	3 veces/año	Walther y otros (2008)
(0-12 meses)	3 veces/año	Walther y otros (2008)
(0-18 meses)	6 veces/año	Gould y otros(1990)
(0-24 meses)	2-3 veces/año	Caballero (2009)
(0-36 meses)	3-4 veces/año	González (2000)
(12-18 meses)	6 veces/año	Wenger y otros (1983)
(18-36 meses)	2-3-4 6 veces/año	Wenger y otros (1983)
(30 mese-4 años)	3 veces/año	Wenger y otros(1983)
(4-6 años)	2 veces/año	Wenger y otros (1983)
	3 veces/año	Yurt (2014)
(6-9 años)	3-4 veces/año	I.B.V (1999)

(10-20 años)

2-3 veces/año

I.B.V (1999)

Tabla 1.- Cambio de calzado en función del crecimiento del pie

2.2.6. Sistemas de numeración y gradación de tallas

Desde el siglo XVIII, se emplea una unidad propia para la medición del calzado: el punto. Así, para la determinación de la medida del pie, podía utilizarse el punto de París, de Viena, etc. Punto que los maestros de las distintas regiones habían fijado a raíz de diferentes acuerdos. A pesar de todo, en esta época, la numeración usada para determinar la longitud del calzado no tuvo excesiva importancia, situación que se mantuvo hasta finales del siglo XIX, cuando comienza a desarrollarse la producción del calzado en masa (Comunidad virtual del cuero, 2015).

- Punto francés:

A principios del siglo XIX, durante la época de Napoleón, en Europa, se extendió el llamado punto de París (Comunidad virtual del cuero, 2015). En este sistema de numeración, la longitud del pie viene expresada por el valor de la talla multiplicado directamente por el valor del punto, siendo el valor del punto $2/3$ de cm. (6.667 mm.) (Levy y Cortés, 2003). De esta forma, a una talla 25 le corresponderían 16.65 cm. Pero estas medidas pronto comenzaron a resultar muy grandes y cada país empieza a utilizar medias medidas, (Comunidad virtual del cuero, 2015), estableciéndose así también tallas de medio punto: 3.333 mm. (Ramiro y otros, 1995).

Para una gama de anchos, se asigna un número del 0 al 9, que serían unidades de ancho; y los perímetros, en milímetros, se calculan sumando el número elegido a la talla multiplicado por 5 mm. (Ramiro y otros, 1995).

En función de este sistema, se establecen las siguientes tallas:

- Bebé: de 17 a 23.
- Pequeño: de 24 a 27.
- Niño: de 28 a 34.
- Cadete: de 35 a 39.
- Señora: de 33 a 41.
- Caballero: de 39 a 46. (Ramiro y otros, 1995)

En España, se suele emplear este sistema de gradación de tallas, aunque se utiliza sólo una unidad de anchura por cada horma (Ramiro y otros, 1995)

▪ Punto inglés:

La numeración inglesa quedó fijada por Eduardo II, rey de Inglaterra, quien determinó que tres granos de cebada juntos constituían una pulgada, siendo una pulgada igual a 2,54 cm., y que 12 pulgadas, eran un pie (1 pie = 30.48 cm.) (Levy y Cortés, 2003). La unidad de calzado inglés se denomina “size” y equivale a la longitud de un grano de cebada o, lo que es lo mismo, 1/3 de pulgada (0.846 cm.). También en este caso resultaron medidas demasiado grandes y se introdujeron los medios (Comunidad virtual del cuero, 2015).

El sistema de numeración inglés comienza para los adultos con una longitud de 22 cm. (8,66 pulgadas), a los que se le añade 1/3 de pulgada por número. (Comunidad virtual del cuero, 2015).

Según este sistema, se establecen las siguientes tallas:

- Bebé: de 0 a 6.
- Pequeño: de 7 a 10.
- Niño: de 11 a 13.
- Cadete: de 2 a 5.
- Señora: de 3 a 7.

- Caballero: de 6 a 13 (Ramiro y otros, 1995).

En el apartado anterior se puede observar que existen dos numeraciones en la escuela inglesa, una que va de 0 a 13, para la población infantil y otra, de 1 a 13 para la adulta (Ramiro y otros, 1995).

- Punto americano:

Es básicamente igual que la unidad inglesa *size*, la diferencia estriba en el punto de partida. En el sistema inglés, los primeros 22 cm. correspondían a un *size* y, en el americano, el primer *size* corresponde a los primeros 21.8 cm (Comunidad virtual del cuero, 2015).

Con respecto a este tema, resulta importante destacar que la talla marcada en el calzado es una medida orientativa que puede ayudar a la hora de adquirirlo, pero cada fabricante puede tener hormas diferenciadas y no tienen por qué coincidir en longitud y dimensiones para una misma talla (Levy y Cortés, 2003).

En España, tradicionalmente, el calzado se tallaba con un número menos que en los demás países europeos (40 español, 41 continental), es decir, que se mantenía una numeración o designación de tallas del calzado distinta al resto de los países de la Europa continental. Esto tenía su razón de ser en la diferencia en cuanto a la medida de la longitud del pie: mientras que en España se empleaba la huella de la planta del pie, el sistema continental se servía de la proyección del mismo sobre el suelo para calcular la longitud. Para evitar los problemas derivados de la diferencia de tallas tanto para la industria como para los consumidores, el Gobierno decidió aprobar una norma mediante la cual se armonizara de forma voluntaria la numeración del calzado en España con el sistema utilizado en la Europa continental, de tal

manera, que en la actualidad el número del calzado en nuestro país es el mismo que en el resto de países del entorno europeo (Junta de Andalucía, 2015).

2.2.7. Consejos para la elección en la compra del calzado

En el caso del escolar, no hay que esperar a evidenciar signos de desgaste en el calzado para decidir sustituirlo. Como hemos expuesto anteriormente, en esta etapa el calzado ha de desecharse por el rápido crecimiento del pie, independientemente de que esté en buen estado (Casteleiro y García, 1987). El pie crece rápido, muchas veces el calzado queda nuevo y es tentador volver a utilizarlo, por lo que, Caballero (2009) alerta sobre la importancia y la repercusión que tiene este hecho. El especialista argumenta que cada persona tiene una forma anatómica de pie determinada y que ésta es “transmitida” al calzado, con lo que podría provocar deformidad en el pie del ‘heredero’. Advierte, además, que no es bueno que el calzado quede demasiado justo, pero tampoco demasiado holgado, es decir, que hay que buscar un buen término de ajuste, resultando muy perjudicial comprar un calzado de talla superior a la que tiene el escolar con la intención de “que le dure más tiempo”.

De todo ello, podemos concluir que:

- Es importante que el escolar esté presente en el momento de adquirir el nuevo calzado (Starr, 1953; Caballero, 2009; Colegio de Podólogos de Andalucía, 2013).
- El calzado ha de probarse siempre en los dos pies y con los calcetines o las medias con las que se vayan a utilizar (IBV, 1999; Colegio de Podólogos de Andalucía, 2013).
- Es mejor realizar la compra a última hora de la tarde, ya que los pies aumentan de volumen a lo largo del día (IBV, 1999).

- Hacer caminar al escolar con el calzado para comprobar que es cómodo y de su talla, ya que la medida aumenta al soportar el peso (IBV, 1999; Caballero, 2009). Es importante respetar el ajuste en longitud, el calzado no podrá salirse del pie mientras que el escolar camina (Weiss y otros, 1981).
- Es importante que el escolar esté cómodo desde el primer momento y no pensar en que ya cederá o se moldeará con el tiempo. Hay que pasar la mano por el interior del calzado y comprobar que esté bien acabado y sin costuras burdas o mal dispuestas que puedan generar lesiones en la piel (Caballero, 2009).

Para comprobar el ajuste, el menor ha de estar en bipedestación para poder realizar de forma adecuada la elección del calzado.

En cuanto al largo, es importante localizar el dedo de mayor longitud (primero o segundo). Si resulta difícil localizarlo en la puntera, se le pedirá al escolar que lleve el pie hacia delante todo lo que pueda y se comprueba la holgura en la parte trasera, introduciendo el dedo por la parte del talón; si éste entra con soltura, podemos afirmar que es la talla adecuada. El calzado ha de entrar en el pie sin necesidad de un calzador (IBV, 1999; Colegio de Podólogos de Andalucía, 2013).

Para el ajuste en la parte de los dedos, éstos no han de tocar la parte superior del interior la puntera cuando el pie está situado hacia delante (IBV, 1999).

Para ver el ajuste en el ancho metatarsal, buscaremos de forma externa, que el 4º y 5º dedos no se encuentran oprimidos con los compañeros en la puntera. El material ha de permitir un pellizco en la zona metatarsofalángica mientras que el escolar permanece de pie (Mc Poil, 1988), pero el calzado quedará demasiado ancho si, al ponerse de cuclillas, aparecen pliegues en la zona de flexión de los dedos (IBV, 1999). Menz y otros expertos (2014) también señalan que el material del

calzado ha de permitir un pellizco en la zona metatarsal y, si no es posible, se realizará la flexión plantar del pie, de manera que observemos que el material, hace un pliegue.

2.3. El pie en el escolar

2.3.1. Filogenia del pie del miembro inferior

En la evolución de los seres vivos, primero se supera una fase en la que las funciones fisiológicas estaban cubiertas y, posteriormente, tiene lugar el desarrollo de los órganos complejos, entre los que se encuentran aquellos que son necesarios para la locomoción (Martínez, 2007; Núñez-Samper y Llanos, 2007).

Durante el Cámbrico inferior (hace 590-540 millones de años), aparecieron multitud de diseños anatómicos destinados a esta función. Entre estas variantes, se encuentran inicialmente los cordados no vertebrados, que poseían pleuras laterales como estructuras auxiliares para la locomoción. La aparición de los peces agnados (no mandibulados) en el Ordovícico superior (hace 460 millones de años) y su sustitución por los gnatóstomos o peces mandibulados durante el Silúrico (hace 420 millones de años), conlleva a la diversificación de las aletas, fundamentales para su desplazamiento (Martínez, 2007; Núñez-Samper y Llanos, 2007; Pizones , 2007).

Los cambios cualitativos en la línea evolutiva generalmente van asociados a cambios geoclimáticos y, precisamente coincidiendo con largos periodos de sequía, aparecieron unos peces que se adaptaron a la interfase agua-tierra, que son los que derivan, ya en el periodo Devónico (hace 400-340 millones de años), en los anfibios primitivos (Martínez, 2007; Núñez-Samper y Llanos, 2007; Pizones, 2007).

En estos anfibios se produjo una primera transformación de las aletas latero-cefálicas, que se convirtieron en brazos, y, con el tiempo, de las aletas pélvico-radiadas, que pasaron a ser lo que hoy entendemos

por piernas. Este cambio fue debido al fraccionamiento de los radios y su posterior fusión, acercándose al modelo de extremidad y pie moderno (Núñez-Samper y Llanos, 2007). Esta nueva extremidad resultaba poco eficaz para la locomoción, fundamentalmente, por su disposición lateral respecto al eje del cuerpo y por la posición en flexión en la que se encontraba (Martínez, 2007).

En la evolución del reptil se distinguen los dinosaurios y los reptiles mamiferoides. Ambos presentaban un pie digitigrado, con los metatarsianos centrales como elemento fundamental de sustentación y donde las zonas de mayor carga se situaban en las articulaciones interfalángicas y en la parte postero-superior de los metatarsianos, teniendo escasa importancia y función los huesos del retropié (Martínez, 2007; Núñez-Samper y Llanos, 2007; Pizones, 2007).

Los reptiles mamiferoides conservaban la fórmula digital del reptil, pero inician un acortamiento de los dedos. Durante el paso del Pérmico Triásico (hace 250 millones de años), los reptiles mamiferoides avanzados suman a la disposición columnar de las extremidades los 90° de rotación de las extremidades inferiores (en el embrión humano, durante séptima semana), la superposición del astrágalo y el calcáneo, la aparición del talón y cierto grado de oposición del *hallux*. En los mamíferos no placentados, durante el tránsito del Triásico al Jurásico (hace 200 millones de años), la fórmula digital ya es moderna y, en algunos casos, el *hallux* es ligeramente divergente (Martínez, 2007; Núñez-Samper y Llanos, 2007; Pizones, 2007).

El pie de los mamíferos era muy variado en cuanto a la morfología, dependiendo del tipo de locomoción que practicaban y su tamaño. Hace 65 millones de años, durante el Cretácico superior, aparecieron en la tierra los primates arcaicos, éstos tenían un pie muy largo terminado en garra y un *hallux* poco divergente. En el Eoceno (hace 52-53 millones de años) aparecieron los prosimios, cuyo pie se diferencia

morfológicamente del primate arcaico en la completa oposición del *hallux* y en la sustitución de la garra por uñas. En la planta del pie, aumenta el número de dermatoglifos y de terminaciones propioceptivas (Martínez, 2007; Núñez-Samper y Llanos, 2007).

Con los sucesivos cambios ecológicos, aparecen también los primeros primates antropoides, los cuales se desarrollan desde el Oligoceno hasta el Plioceno (hace 5 millones de años) y el Holoceno. Así se llega, finalmente, al género del *homo* (Martínez, 2007; Núñez-Samper y Llanos, 2007).

Durante el desarrollo de los cuadrúpedos primitivos, son diversos los cambios que acontecen en la morfología del pie: disminuye el número de los huesos tarsianos centrales y se reduce el número de falanges hasta llegar a la fórmula actual. El hombre (a excepción de los abisinios) es el único primate que no presenta un dedo divergente con capacidad de oposición, y todo ello, como consecuencia de que en la evolución pasó de ser un instrumento de agarre a un elemento de soporte, de ahí, que el primer radio quedó más fuerte para la propulsión y el segundo quedó como eje central del pie (Pizones, 2007).

Goldcher (1992) afirma que el 20% de la población adulta presenta un pie con características embrionarias, es decir, pies con un primer metatarsiano muy corto, muy alejado del segundo y muy móvil (pie atávico) que recuerda al *hallux* prensor del simio arborícola. Fruto de su investigación, el citado experto concluye que, en realidad, los pies de los homínidos eran idénticos a los nuestros y que no han evolucionado en millones de años, siendo su origen más bien ontogénico que filogénico.

Más recientemente, Núñez-Samper y Llanos (2007) han defendido, por el contrario, que es mucho lo que ha evolucionado el pie humano, y se plantean que esta evolución, sin embargo, aún no ha terminado, ya que nuestros pies están sometidos a continuas agresiones. Y entre estos

factores considerados como agresivos, aseguran, se encuentra el calzado.

Valero (1997), en el prólogo del libro titulado *El pie en los albores del siglo XXI*, sostiene que el pie es algo similar al abstracto y desproporcionado pie del cuadro de Tàpies: sometido a caminar por superficies duras, encerrado en calzado que, al tiempo que le protege de inclemencias climatológicas y de aquellas que hemos ido provocando con nuestro desarrollo, lo comprime y deforma, siempre agredido por innumerables agentes externos. El pie en los albores del siglo XXI, nos muestra las cicatrices, consecuencia de las heridas recibidas durante siglos por su generosa contribución a la evolución humana, y las llagas provocadas por esto que hemos dado por llamar civilización.

2.3.2. Embriología del miembro inferior

Al final de la cuarta semana de gestación, aproximadamente, pueden observarse en el embrión los primeros esbozos de los miembros inferiores en forma de brotes mesenquimatosos a cada lado de la *cresta de Wolf* (Goldcher, 1992; Martínez y Serra, 1994; Pizones, 2007).

En estos esbozos se aprecian dos estructuras bien diferenciadas. Por una parte, una zona externa correspondiente al ectodermo, también llamado ectoclasto o piel embrionaria y, por otra, un contenido, denominado mesodermo, mesoblasto o tejido conjuntivo embrionario indiferenciado (Martínez y Serra, 1994). En el vértice del esbozo, aparece un engrosamiento del ectodermo a lo largo del borde distal que recibe el nombre de *cresta apical ectodérmica*, la cual regula el crecimiento en longitud y en grosor del miembro inferior (Martínez y Serra, 1994; Nuñez-Samper, 2007; Pizones, 2007).

A los 33 días, el crecimiento del esbozo hace que su morfología se asemeje a una aleta. Cerca de la quinta semana de este periodo intrauterino aparecen unos surcos que dividen el esbozo en tres

porciones (precursoras del muslo, la pierna y el pie) (Martínez y Serra, 1994; Pizones, 2007) y próxima a la *cresta ectodérmica apical* aparece una estructura denominada *área de progresión* (formada por tejido conjuntivo embrionario) que acompaña a la porción más distal de la extremidad durante su crecimiento en longitud, y en este proceso va dejando pequeños moldes de células ya diferenciadas que son las responsables de la formación de los diferentes tejidos y estructuras que aparecen en la extremidad inferior definitiva. Cualquier lesión en el *área de progresión* daría lugar a un desarrollo anómalo de la extremidad (*agenesia parcial estructural*), faltando parte de ella (Martínez y Serra , 1994).

La porción final del esbozo se aplanan y se separa del segmento proximal formando la placa pedia (Pizones, 2007; Núñez-Samper y Llanos, 2007), cuya superficie dorsal se encuentra en el plano transversal, y la ventral se orienta en sentido craneal. Tras varias rotaciones, la superficie flexora se dirige hacia el plano medio sagital del tronco (Núñez-Samper y Llanos, 2007).

Aproximadamente en la séptima semana de desarrollo embrionario, lo que antes se ha denominado placa pedia comienza a parecerse cada vez más al pie; los miembros inferiores, se caracterizan por mirar uno hacia el otro y ambos hacia un plano sagital medio. No existe angulación del pie con respecto a la pierna, sino que se encuentra posicionado en equino con respecto a ésta. La extremidad inferior se encuentra totalmente en rotación externa, apareciendo los pies enfrentados por sus plantas, adoptando la postura del “orador” (Núñez-Samper y Llanos, 2007), y en ésta posición permanecen hasta casi el séptimo mes de vida intrauterina (Pizones, 2007).

Es precisamente en este tiempo (séptima semana), cuando entre la *cresta ectodérmica apical* y *el área de progresión*, aparecen cuatro puntos de necrosis (focos de muerte celular) que serán los responsables

de la individualización de los cinco segmentos digitales. Si falta alguno de estos focos, no se podría producir la separación de las membranas interdigitales, dando lugar a la *sindactilia*. Entre la octava y la décima semana de vida intrauterina, y junto a la *creta ectodérmica apical*, se observa una estructura denominada *zona polarizante*, que es la encargada de regular la orientación acro-medial de la extremidad. Una lesión a este nivel originaría patologías por la mala orientación del miembro, como es el caso del *pie zambo* (Martínez y Serra, 1994).

A los 52 días, alrededor de la octava semana, se da por finalizado el periodo embrionario y comienza el fetal. En esta fase tiene lugar una progresiva rotación interna del muslo y de la pierna, los pies se presentan en equino y supinación respecto a la pierna pero, posteriormente, se produce la dorsiflexión y pronación del pie para acercarse a la posición normal del adulto (Núñez-Samper y LLanos, 2007). Es en el séptimo mes de vida intrauterina, aproximadamente, cuando el pie adopta la postura normal, finaliza la rotación interna del muslo y la pierna, cuando el pie se posiciona en ángulo recto con la pierna y se interpone el astrágalo entre el calcáneo, la tibia y el peroné (Pizones, 2007).

2.3.3. Cronobiología de los huesos del pie

El desarrollo humano abarca el periodo de tiempo comprendido desde el nacimiento hasta que se alcanza el crecimiento óseo completo. El esqueleto no está formado en el momento de nacer, ya que los huesos necesitan crecer para llegar a la edad adulta (Jiménez-Castellanos y otros, 2009; Slavkovi y otros, 2011). El crecimiento del esqueleto completo varía en función de cada individuo, Slavkovi y otros (2011) señalan que este acontecimiento tiene lugar a los 16 años. Sin embargo, Tomassoni y otros autores (2014) lo fijan a los 20. En el caso de los pies, el crecimiento comienza a decrecer justo antes de la

madurez esquelética definitiva, en la edad comprendida entre los 12 y 14 años (Slavkovi y otros, 2011).

La cronología de osificación de los huesos del pie es lo que determina la edad del niño (López, 2012). Los cambios cronológicos que acontecen en el esqueleto no tienen lugar al mismo tiempo, sino que el ritmo varía en función de los distintos huesos y estructuras. Las variaciones experimentadas por los huesos durante el crecimiento y el paso de los años son especialmente evidentes durante la infancia y la senectud y más paulatinos y menos evidentes en edades intermedias (Robledo y Sánchez, 2013).

En un proceso ontogénico normal, durante el desarrollo embrionario y en la fase postnatal y juvenil se producen cambios notables en cuanto a la morfología y la relación espacial de los huesos para formar el modelo de pie adulto (Franch y otros, 2004; López, 2012). Mientras que el pie va creciendo, sufre muchos cambios para adaptarse a las funciones de la postura erecta (Franch y otros, 2004) y a la marcha del individuo (Núñez-Samper y Llanos, 2007).

La formación ósea comienza en la etapa embrionaria mediante el denominado fenómeno de osificación, este proceso puede producirse mediante dos mecanismos:

- Osificación indirecta, encondral o cartilaginosa: Tiene lugar en tres fases sucesivas, mesenquimatosa, cartilaginosa y ósea. La etapa mesenquimatosa es bastante corta (aproximadamente dos meses desde que se inicia); a medida que crece el esbozo, las células se van diferenciando, y en el mesénquima se empiezan a ver estructuras cartilaginosas (Núñez-Samper y Llanos, 2007). La segunda etapa es muy irregular si tenemos en cuenta su duración, ya que hay estructuras, como los metatarsianos, que permanecen en la fase cartilaginosa durante más tiempo. Por último, la fase de osificación se caracteriza por ser también muy

variable, debido a la posible formación de numerosos núcleos osteogénicos atípicos y accesorios (Gómez, 2013).

- Osificación membranosa o directa: En la que los centros de osificación aparecen sobre el tejido mesenquimatoso embrionario y, por tanto, no hay una fase previa cartilaginosa. La osificación directa tiene lugar en muy pocos huesos (clavícula, mandíbula y algunos huesos craneales) (Jiménez-Castellanos y otros, 2009).

La mayoría de los huesos del organismo, inicialmente, están compuestos por cartílago, éste, siguiendo el proceso anterior, se va osificando de forma paulatina mediante la aparición de unos núcleos de tejido óseo que se denominan centros de osificación (Jiménez-Castellanos y otros, 2009). El crecimiento óseo se produce mediante fenómenos de osteogénesis a partir de uno o dos centros de osificación denominados primario y secundario (Franch y otros, 2004; López, 2012).

Se puede decir que a las cinco semanas de vida intrauterina ya están formadas todas las estructuras de la extremidad inferior, según el modelo mesenquimatoso. A partir de la sexta semana, este modelo pasa a cartilaginoso (Martínez y Serra, 1994) hasta llegar a alrededor de la octava semana, en la que se va formando el modelo óseo y aparecen los centros de osificación (Pizones, 2007).

Los centros de osificación primarios se forman por el depósito de un disco transversal en la matriz cartilaginosa (a nivel del centro de la diáfisis embrionaria). El centro de esta zona calcificada es reabsorbida y se transforma en el conducto medular, cuya anchura va aumentando al mismo tiempo que lo hace el calibre de la diáfisis (Franch y otros, 2004).

La mayoría de los núcleos de osificación primarios aparecen en el periodo fetal inicial, mientras que el resto se desarrollan después del

nacimiento. Por su parte, los secundarios van surgiendo de forma intercalada entre la secuencia de aparición de los primarios (Pizones, 2007) y son los que van perfilando la morfología ósea (Jiménez-Castellanos y otros, 2009).

Existen variaciones, como hemos apuntado, en cuanto a la aparición de los núcleos de osificación. Robledo y Sánchez (2013) afirman, que desde el nacimiento y hasta los 5 años aproximadamente, aparecen los que no estaban presentes en el nacimiento. No obstante, en un estudio comparativo realizado por Ebri y otros (1978) se llega a la conclusión de que los puntos primarios de osificación de los huesos del tarso están presentes en el niño al cumplir los 6 años.

Todos los huesos del pie, a excepción del calcáneo, los metatarsianos y las falanges, presentan, además de un centro de osificación primario, otro secundario (Franch y otros, 2004; López, 2012); éstos se encuentran situados en la cabeza de los metatarsianos (de segundo a cuarto), base del primer metatarsiano, base de las tres falanges y en la apófisis posterior del calcáneo (Pizones, 2007). Las falanges y los metatarsianos siguen el patrón clásico de formación de los huesos largos mediante los dos núcleos de osificación, y la fusión de ambos o unión epifisiaria da lugar al hueso adulto (Gómez, 2013)

Hay autores que hacen referencia a la existencia de un núcleo de osificación secundario en el astrágalo (epífisis posterior) que no es constante y que puede fusionarse con el núcleo primario generando la denominada *Cola del Astrágalo*, o bien, evolucionar como un hueso independiente que sería el caso del *os trigonum*, presente en un 5% de la población general (Gómez, 2013; Robledo y Sánchez, 2013).

La secuencia de osificación en el pie comienza en el retropié y termina en el antepié. Los primeros huesos que comienza su osificación son el astrágalo y el calcáneo (radiológicamente visibles en el nacimiento) (Franch y otros, 2004; Pizones, 2007; Gómez, 2013).

La cronología de osificación de los huesos del pie puede variar, según diferentes estudios (Véase Tabla 2 en Anexo 1) realizados por distintos autores (Testud y Latarjet, 1965; Lelievre, 1977; Ebri y otros, 1978; Martínez y Serra, 1994; Franch y otros, 2004; Núñez-Samper y Llanos, 2007; Thompson, 2011; Gómez, 2013).

En la pubertad, a los 16 años en los varones y 14 años en las mujeres aproximadamente, las diáfisis de los huesos largos se encuentran separadas de las epífisis en sus dos extremos, es entorno a esta etapa de la vida cuando la banda cartilaginosa interpuesta entre la diáfisis y el centro de osificación va disminuyendo progresivamente en grosor hasta que termina desapareciendo. En este momento se unen las epífisis con las diáfisis para constituir el hueso adulto (Giannestras, 1979; Franch y otros, 2004), lo que supone el fin del crecimiento en longitud del hueso y del aumento de la estatura (Robledo y Sánchez, 2013).

Gómez (2013) establece, según el estudio realizado en la población extremeña, la siguiente progresión:

Estructura anatómica	Fusión centros de osificación Adquisición de la forma adulta
Astrágalo	Fusión Inicio : 8 años en niñas y 9 años en niños Fin: 13 años y 9 meses en niñas y 13 años y 11 meses en niños
Calcáneo	Fusión A partir de los 15 años (9 meses más tardía en niños que en niñas)
Cuboides	Hueso maduro De 6 a 9 años en niñas De 5 a 8 años en niños
Escafoides	Hueso maduro antes de los 9 años Si apareciese un núcleo secundario, la fusión se produciría entre los 10 y los 12 años
Cuñas	Hueso adulto Cuña lateral: 7 años en niñas y 8 años en niños Cuña medial e intermedia: entre los 7 y los 10 años (antes en las niñas)
Metatarsianos	Fusión Inicio: 10 años Fin: 16 años en niñas y 17 años en niños
Falanges	Fusión Inicio : 11 años en ambos sexos Fin: 17 años, para las niñas y un poco antes de los 18, para los niños

Tabla3.- Edad del final de la osificación de los huesos del pie.

Fuente: Gómez, 2013.

Estos resultados no coinciden exactamente con los de otros autores. Así, por ejemplo, la investigación de Robledo y Sánchez (2013) muestra que, en el caso del astrágalo, la fusión comienza a los 11 años

y termina a los 13. Gómez (2013) tampoco coincide con Franch y otros (2004), afirmando que el primer metatarsiano se osifica de forma independiente respecto a los demás, lo mismo que opina Pinzones (2007), quien apunta que la fusión del segundo al cuarto metatarsiano es anterior a la del primero, si bien Gómez considera que lo hacen los cinco al mismo tiempo. Igualmente, los resultados de este último no coinciden con los aportados por Robledo y otros (2008) en cuanto a la fusión de los núcleos de osificación del calcáneo. Éste afirma que dicho fenómeno tiene lugar a los 13 años en el caso de las niñas.

Franch y otros, (2004) y López (2012) argumentan que se acepta que, el desarrollo ontogénico del contorno y la posición ósea del pie está verticalmente completado a los 8 años. Staheli (1999), sin embargo, fija este acontecimiento a los 8 años de edad, aunque el crecimiento óseo general del hueso continúe.

La diferencia entre los resultados obtenidos por los diferentes especialistas depende de la población estudiada. Gómez (2013) indica en este sentido que el proceso de maduración ósea está influenciado, entre otros factores, por las diferencias étnicas, las características socioeconómicas, la obesidad o la presencia de malformaciones óseas.

En lo que atañe al pie, es importante tener en cuenta, como dijimos, la posible aparición de huesos supernumerarios. Estos, normalmente, no están bien definidos, son inconstantes e independientes y suelen aparecer en el periodo fetal en estado cartilaginoso. Los más frecuentes son: *os trigonum*, situado en la parte posterior del astrágalo, y suele ser bilateral; *os vesalianum*, localizado en la base del 5º metatarsiano (concretamente, detrás de la tuberosidad; *os tibiale externum*, el más frecuente de los huesos accesorios y que se localiza medial y dorsalmente a nivel del escafoides; *os supratolare*, dorsal al cuello del astrágalo; *os intermetatarsium*, entre

las bases del 1º y 2º metatarsiano; y os *cuboideum secundarium*, dorsal y medial al cuboides (Nuñez-Samper y Llanos, 2007).

La presencia de estos “huesecillos” generalmente no tiene significado clínico (Gómez, 2013), sin embargo, es importante tenerlos en consideración en el caso de diagnóstico diferencial con determinadas patologías, como puedan ser las fracturas (Nuñez-Samper y Llanos, 2007; Pizones, 2007 López, 2012) y en función con la localización, por el posible compromiso con el calzado.

2.3.4. Crecimiento óseo

En un hueso en crecimiento se ha de tener muy presente la necesidad de estímulos fisiológicos necesarios para que se desarrolle de forma correcta. De esta forma, los huesos de las articulaciones en movimiento han de estar sometidos a una determinada presión. Si ésta supera los límites fisiológicos, se produce una inhibición de su crecimiento y si, por lo contrario, la presión no es suficiente, el hueso se hipertrofia. Si tenemos en cuenta la diáfisis de los huesos largos, una presión permitida refuerza su entramado trabecular, mientras que, si el hueso está sometido a tensión, se debilitan sus líneas de fuerza trabeculares (Martínez y Serra, 1994).

En cuanto a los tejidos elásticos, éstos se adaptan al efecto del estímulo. De modo que, si están sometidos a un hiperextensión, se elongan y, si, por el contrario, se someten a una retracción continua, terminan acortándose (Moreno, 2009).

Las epífisis de los huesos crecen en tres dimensiones a partir de la zona profunda del cartílago articular. El cartílago de crecimiento (fisis) tiene el equilibrio perfecto en cuanto a consistencia, es lo suficientemente duro como para formar parte del esqueleto y, sin embargo, tiene la blandura necesaria para permitir el crecimiento. Se encuentra situado entre la epífisis y la metáfisis, constituye la lámina o

placa epifisiaria y es bastante resistente a la presión. Para que exista un crecimiento óseo normal, es necesario que la lámina epifisiaria esté íntegra, que tenga una irrigación normal y presiones intermitentes asociadas con la actividad física o de carga normales. Ante cualquier proceso anormal, la lámina epifisiaria puede reaccionar de tres formas: aumentando o disminuyendo el crecimiento, o bien produciendo un crecimiento torsional. Cualquier lesión a nivel de la lámina epifisiaria puede hacer que deje de crecer en una parte o en la totalidad (Moreno, 2009).

Considerando las acciones mecánicas, resulta fundamental tener en cuenta que los actos de presión y reposo que se generan durante la marcha y la carga resultan fundamentales para la llegada de nutrientes a la placa fisiaria; lógicamente, esta presión, mantenida o intermitente, ha de estar dentro de unos límites fisiológicos (6-37gr/cm²) (Martínez y Serra, 1994). Igualmente relevantes resultan los estímulos derivados de la actividad muscular normal, la marcha y la bipedestación para el correcto desarrollo del cartílago de crecimiento (Sacco y otros, 2015). Una presión excesiva y continua sobre la lámina epifisiaria retrasa el crecimiento, pero una disminución de la presión intermitente normal, también lo retrasa. Otro caso que se puede dar es que la estimulación o retraso de una parte de la lámina mientras el resto sigue con un crecimiento normal, supuesto en el que el hueso desarrollará una deformidad por angulación durante el crecimiento posterior (Moreno, 2009).

En lo referente a la irrigación sanguínea, la arteria nutricia penetra en la diáfisis a nivel de su tercio medio, perforando la corteza y, una vez dentro de la cavidad medular, se divide en dos ramas, la ascendente y la descendente. La parte distal de estas ramas se anastomosan con el sistema metafisiario, cuando aparece la placa

fisiaria forman un sistema de riego combinado con el sistema metafisiario (Moreno 2009).

Para el suministro vascular del cartílago de crecimiento, se encuentra el sistema epífisio-metafisiario. En la zona distal del hueso, aparecen una serie de agujeros para la entrada de los vasos sanguíneos y es el cartílago de crecimiento el que delimita los que van a la epífisis y a la metáfisis; rara vez existe comunicación entre estas dos zonas, excepto en la primera infancia y en las últimas fases de maduración ósea (Martínez y Serra, 1994; Moreno, 2009). Los vasos de la epífisis, penetran en esta zona ósea cerca del cartílago de crecimiento. La vascularización de las epífisis distribuye sus vasos en forma de arcos por dentro del cartílago articular. Aproximadamente, el 80% (las 4/5 partes) de los vasos que alcanzan la capa fisiaria desde la metáfisis son ramificaciones de la arteria nutricia (Moreno, 2009).

Como se ha descrito anteriormente, las fisis no tienen arteria nutricia propia, sino que se nutren por la difusión osmótica de nutrientes procedentes de la epífisis, ayudada por el fenómeno de bomba aspirante impelente provocada por las presiones intermitentes. Por este motivo, cuando hay un defecto o exceso de presión continua, se inhibe el crecimiento de las fisis (Martínez y Serra, 1994).

La presencia de una hiperemia prolongada provoca un estímulo de crecimiento, mientras que una isquemia continua lo retrasa. Por otra parte, la isquemia completa de la epífisis produce la necrosis de la lámina epifisiaria adherida y, como consecuencia, el cese completo del crecimiento (Moreno, 2009).

Tener en cuenta la cronobiología, el crecimiento óseo y las leyes biológicas de crecimiento resulta básico a la hora de elegir un calzado, ya que, por ejemplo, a los siete meses (cuando el niño comienza a gatear, todavía hay huesos que no han comenzado la osificación, cuando comienzan a caminar, e incluso en años posteriores, estamos

hablando de huesos todavía muy inmaduros (Bilk, 2011) y, al llegar a la adolescencia, se puede pensar que ya se ha completado el crecimiento del pie y se pasa por alto que es una extremidad todavía en desarrollo, en la que actúan las leyes de crecimiento y que es fuertemente influenciable (García, 2011).

Todo lo anterior justifica la hermosa metáfora del pie como una compleja obra arquitectónica (Tomassoni y otros, 2014) que coordina 19 músculos intrínsecos y 107 ligamentos con 26 huesos y que nos llevan a caminar más de 150.000 kilómetros a lo largo de la vida (Ebri, 2002). Es el punto de contacto del cuerpo con el medio ambiente, constituye una puerta de entrada para estímulos, tanto propioceptivos como exteroceptivos, que, a través de un mecanismo de retroalimentación nos permite mantener el equilibrio en estática y en dinámica (Ruiz y otros, 2004). El pie, por consiguiente, debe desempeñar tres funciones elementales: soportar el peso corporal, permitiendo una adecuada estabilidad, por lo que ha de ser una estructura rígida; ha de interactuar con todas las condiciones del terreno, con lo que también ha de comportarse como una estructura flexible; y, por último, tiene que mantener el equilibrio entre las actividades en estática y en dinámica durante el movimiento; ello conlleva que ha de actuar como un muelle, para compensar las fuerzas que influyen, y como una palanca, para apoyar el movimiento del cuerpo (Barisch-Fritza y otros, 2014).

Teniendo en cuenta diferentes consideraciones en cuanto a la definición y a la descripción del pie, se estima oportuno tener en cuenta una serie de conceptos básicos:

- El pie es esencial para la posición bípeda humana.
- Es una estructura tridimensional variable.
- Es la base del servomecanismo antigravitatorio.

- Es una pieza imprescindible en la marcha humana (Viladot y Viladot, 2009).

Debemos tener presente, asimismo, que el pie es colaborador del llamado “bombeo venoso periférico”. La piel de la planta del pie está protegida por una almohadilla adiposa cuyas mallas están cruzadas por un tracto fibroso que la sangre venosa rellena en reposo, en la denominada “plantilla venosa de Lejars”, y que durante el apoyo la desplaza hacia las venas safenas, con lo que actúa en la regulación de la circulación de retorno (Echevarría, 2006; Viladot y Viladot, 2009).

2.3.5. Crecimiento del pie

Dimeglio y Bonnel (1981) definen el pie en crecimiento como un “mosaico de cartílagos”.

El pie presenta un crecimiento longitudinal inicialmente muy rápido (Ruiz y otros, 2004). Tanto en el sexo masculino como en el femenino, crece más en longitud que en altura (De los Mozos y otros, 2002) y, como hemos expuesto, sufre muchos cambios en su morfología hasta llegar al modelo de pie adulto (Ruiz y otros, 2004).

Cuanto más pequeño es el niño, mayor es la velocidad de crecimiento. Existe cierta controversia en cuanto a la edad en que el pie crece más rápido; hay autores que afirman que los mayores cambios tienen lugar durante los tres primeros años de vida (Gould y otros, 1990; Mickle y otros, 2008; KidoShoe, 2011) y que, a partir del tercer año, el crecimiento se ralentiza (Gould y otros, 1990) hasta los 5 años (Coughlin y Thompson, 1995). Por su parte, el Instituto de Biomecánica de Valencia (1999) considera que la etapa más rápida de crecimiento de los pies es la comprendida entre el año y medio y los tres. Núñez-Samper y Llanos (2007), sin embargo, indican que este fenómeno tiene lugar durante el primer año de vida y sostienen que, en este primer año,

el pie crece 4,5 cm., siendo la velocidad normal de crecimiento de 0,9 cm. anuales.

Aunque se admiten ciertas diferencias en cuanto al crecimiento en función de los autores, resulta importante tener en cuenta las medidas del pie en crecimiento a la hora de establecer criterios que definan la normalidad del pie (De los Mozos y otros, 2003).

Coughlin (2005) indica que desde el nacimiento hasta los 2 años el pie crece de 1 a 1,5 cm./año, mientras que González (2000) afirma que crece un poco menos, centrandó el crecimiento medio en los dos primeros años en 1,4 cm. En primaria (6-12 años), 0,8 cm./año y, durante la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), el crecimiento en los varones sigue siendo de 0,8 cm./año mientras que, en el colectivo femenino es algo más lento, de 0,3 a 0,5 cm./año.

Por su parte, Tachdjian (1999) señala que, al nacer, el pie del niño presenta una longitud que supone entre un 20% y un 34% del tamaño final del adulto, midiendo entre 7 y 8 cm., y que al año de vida, en las niñas, y al año y medio, en los niños, el pie alcanza la mitad de su longitud final. Este científico coincide con Bosch y otros (2007) que afirman que la mitad de la longitud final es alcanzada poco después del año (entre los 12 y los 18 meses de vida). Núñez-Samper y Llanos (2007) establecen que entre los 5 y los 10 años de edad, el pie adquiere el 63% de su longitud final.

También ofrecen otros resultados Ebri (2001) y López (2012), para quienes el pie al nacer mide aproximadamente 7,5 cm., lo que supone el 40% de su tamaño final; al año de vida, 12 cm., y aumenta su longitud en 10 cm. durante los cinco años siguientes, lo que supone un crecimiento de 2 cm./año en los seis primeros de vida y que, a la edad de 10 años, el pie alcanza el 85% de su tamaño definitivo, en las niñas y el 91%, en los niños.

En la finalización del crecimiento del pie tampoco hay unanimidad:

Coughlin (2005) lo establece a los 16 años, para ellos y a los 15 años, para las adolescentes. Walther y otros (2008) también señalan el final del crecimiento a los 16 años para los niños, aunque indican que en las niñas termina a los 14 años.

Sin embargo, Núñez-Samper y Llanos (2007) y Ebri (2001) piensan que tiene lugar a los 15 años en los varones y a los 13 en las mujeres, mientras que Tachdjian (1999) fecha este acontecimiento, a los 14 y 12 años, respectivamente.

Coincidiendo con estos autores, González (2000) apunta que, aunque hay estudios que demuestran que puede haber crecimiento más allá de la edad de 20 años, se acepta que el pie de las niñas deja de crecer en torno a los 12-13 años y el de los niños, alrededor de los 14-15 años, por lo que se supone que a estas edades los pies alcanzarían ya su tamaño final. Barisch-Fritza y otros (2014) y Jiménez-Ormeño y otros (2013) también fijan el final del crecimiento longitudinal del pie entre los 12-13 años para los niños, pero entre los 13 y los 15 en las niñas (Barisch-Fritza y otros, 2014).

Con independencia de la falta de consenso, hay que subrayar que todos los aspectos considerados en el crecimiento del pie son importantes a la hora de establecer un calendario terapéutico, tanto ortésico como quirúrgico, así como para la elección y el cambio del calzado (Chacón, 2012).

2.3.6. Criterios de normalidad en el pie

Casteleiro y García (1987) aseguran que un pie normal debe llevar un calzado normal y, a raíz de esta aseveración, abordaremos a continuación una serie de conceptos anatómico-funcionales que se relacionan con nuestro estudio.

En primer lugar, debemos precisar que Giannestras (1979) prefiere hablar de pie equilibrado, en lugar de pie normal, pues considera que “lo que es un pie normal para los estándares de la raza blanca podría ser un pie anormal para los estándares de las Islas Fiji”, y el pie ha de valorarse en función de la base de equilibrio y función. Este experto define el pie equilibrado como aquel que “no presenta patología” y establece que ha de ser considerado desde la infancia hasta el desarrollo del pie maduro; los criterios que se establecen, varían en función de la etapa de desarrollo.

Al respecto, hay que tener presente que puede existir variabilidad en cuanto a la morfología de pie y que, sin embargo, se incluyan dentro del concepto de fisiológico. Por una parte, hablamos de pies largos y estrechos y, por otra, de pies anchos y cortos (Krauss y otros, 2011). Este último es, por regla general, estructuralmente más estable que el anterior y capaz de soportar mayores esfuerzos, pero ambos se consideran morfológicamente fisiológicos (García, 2011).

Gianestras (1979) señala que es en la pubertad, y una vez que se han cerrado todas las epífisis, cuando el pie ya se considera adulto, y éste es el mejor momento de valorar si se cumplen los criterios de normalidad, entre los que destacan:

- El arco plantar está bien desarrollado y las prominencias maleolares se encuentran en línea con el eje del pie.
- El tubérculo del escafoides puede ser o no ligeramente visible.
- Dedos relativamente paralelos entre sí.
- El talón en posición neutra o mínimo valgo.
- Desde una imagen medial, el arco longitudinal presenta el punto más alto en la unión del tercio posterior con los dos tercios anteriores del pie a nivel del tubérculo del escafoides.
- Circulación tanto arterial como venosa en buen estado.

Echarri y Forriol (2003) precisan que un pie se considera morfológicamente normal cuando presenta una huella plantar bien definida, con una zona anterior ancha (apoyo de las cabezas metatarsales) y otra posterior más estrecha (talón), unida por una zona más estrecha que la anterior y que recibe el nombre. Gentil y Becerro de Bengoa (2001) concretan más y señalan que el istmo ha de medir aproximadamente 1/3 de la anchura del antepié.

Más genérica es la definición de Kirby (2000), para quien un pie normal es aquel que presenta una función normal durante la marcha, sin historia previa de traumatismo significativo ni cirugía y ausencia de dolor y deformidad significativa. Philips (2000) plantea una definición similar a la anterior e indica que un pie normal es aquel que tiene capacidad para atender a las demandas de la sociedad sin generar patologías durante la vida.

López (2012) precisa estas aportaciones determinando que las características de un pie normal son:

- Ausencia de dolor.
- El tercio distal de la pierna es vertical.
- Correcto equilibrio muscular.
- La rodilla, el tobillo y la articulación subastragalina han de discurrir en planos transversos paralelos a la superficie que los soporta.
- Articulación subastragalina en posición neutra.
- Los planos inferiores del antepié y del retropié han de ser paralelos entre sí y paralelos también a la superficie donde se apoyan.
- En posición de bipedestación, la bisección sagital de la superficie posterior del calcáneo ha de ser perpendicular al plano plantar del pie. Los metatarsianos se encuentran en una posición en la

que la superficie plantar de sus cabeza discurren en el mismo plano transverso que las cabezas de los demás metatarsianos

Ramos (2007) coincide con Gentil y Becerro de Bengoa (2001) al describir los criterios de normalidad del pie, que los dedos han de tener buena movilidad, estar en extensión y paralelos al suelo.

Tener un pie equilibrado no es fácil, según Giannestras (1979), ya que no se ejercita de forma adecuada y se cubre con calzados que, especialmente en el caso de la mujer, pueden no ser funcionalmente los más adecuados e, incluso, pueden ser perjudiciales. “Vanidad, vanidad, tienes nombre de mujer” es la frase con la que el citado autor advierte del potencial peligro del calzado femenino como factor de riesgo para contraer patologías.

2.3.7. Aspectos morfo-funcionales del pie

- **Huella plantar:**

La huella plantar se define, tal y como expusimos, como la superficie del pie que contacta con el suelo (Moreno, 2009). Es la imagen del pie en el suelo y es característica en función de cada persona (Céspedes y Dorca, 1998) y variable cronológicamente (Echarri y Forriol, 2003). Mediante la huella plantar, podemos analizar de forma indirecta la morfología de pie (Volpon, 1994).

El pie puede ser clasificado morfológicamente en función de la huella plantar como;

- Normal, cuando presenta un arco longitudinal interno y una huella plantar bien definida, con una zona anterior ancha, apoyo de las cabezas de los metatarsianos y una zona posterior, correspondiente al talón, unida por una zona externa más estrecha que se conoce como istmo (Echarri y Forriol, 2003; Elvira y otros, 2008).

- Plano, aquel en el que existe un aplanamiento del arco longitudinal interno; en la huella plantar, se aprecia un istmo muy ancho (Bresnahan, 2000; Hernández, 2006; Chen y otros, 2009).
- Cavo, hace referencia a un pie cuyo arco longitudinal interno se encuentra elevado y en su huella plantar el istmo se encuentra ausente (Chen y otros, 2009).

- Fórmula digital:

La Anatomía del pie puede sufrir variaciones a nivel individual (Ramos y otros, 2006) y se denomina fórmula digital a la diferencia que existe en cuanto a la longitud de los dedos (Viladot, 2001; Echevarría, 2006; Ramos y otros, 2006).

Es habitual la clasificación del pie en función del canon de los dedos (Zambudio y otros, 1982; Goldcher, 1992; Echevarría, 2006; Ramos y otros, 2006; Pizones, 2007; Ramos 2007; Moreno, 2009). De este modo, se pueden observar tres tipos de combinación, dependiendo de la longitud de los dos primeros dedos:

- Pie egipcio: el primer dedo es más largo que el segundo, este segundo más largo que el tercero y va decreciendo sucesivamente hasta llegar al quinto dedo. Esta forma es la que se da con mayor frecuencia (aproximadamente un 60% de la población). Es característico en este tipo de pie la existencia de un dedo dominante (Goldcher, 1992), que es el que mayor interacción presenta con el calzado (Tejera, 2011).
- Pie griego: el primer dedo es más corto que el segundo y éste más largo que los siguientes (Núñez-Samper y Llanos, 2007). En contraposición con el anterior, es la forma menos frecuente, se presenta, aproximadamente, en el 15% de la población. El dedo dominante es el segundo y

presenta la ventaja de ser, el tipo de pie que mejor se adapta al calzado en serie (Goldcher, 1992; Tejera, 2011).

- Pie cuadrado: el primer dedo es prácticamente igual de largo que el segundo y los dos son más largos que los restantes (Ramos y otros, 2006; Núñez-Samper y Llanos, 2007). Está presente en un 24% de la población (Goldcher, 1992).
- Pie estándar: define a aquel en el que el segundo dedo es mayor que el tercero, el tercero mayor que el primero, el primero mayor que el cuarto y el cuarto mayor que el quinto (Moreno, 2009).

Aunque todas las fórmulas digitales anteriormente descritas son fisiológicas, sin embargo, las diferentes formas sí que están relacionadas con la predisposición de padecer determinadas patologías (Viladot, 2001; Viladot y Viladot, 2009).

El pie egipcio, es el más susceptible a padecer patologías fundamentalmente por el compromiso con el calzado, teniendo más posibilidad de desarrollar HAV y H. Rígido (Zwart, 2004; Montes, 2007). En personas con esta morfología se recomienda prestar especial atención a la puntera, que sea lo más ancha posible para que los dedos se muevan libremente evitando así la luxación de la articulación metatarso falángica del primer dedo (Montes, 2007).

En el pie griego, existe una mayor probabilidad de padecer dedos en garra o en martillo. En personas con esta fórmula digital, se recomienda prestar especial atención a la altura de la pala en la zona de los dedos y evitar así las lesiones producidas por el roce del calzado Rígido (Zwart, 2004; Massó, 2010).

Por último, el pie cuadrado es el que tiende a sufrir menos deformidades ya que su morfología es la que mejor se adapta a un calzado estándar (Massó, 2010).

▪ **Fórmula metatarsal:**

Mediante un estudio radiológico dorso-plantar podemos apreciar diferentes longitudes de los metatarsianos y, atendiendo a este parámetro, se describen tres tipos de fórmula metatarsal (Goldcher, 1992; Viladot, 2001; Pizones, 2007;):

- **Index minus:** el primer metatarsiano es más corto que el segundo (Echevarría, 2006). Es el más frecuente y se encuentra presente en el 56% de la población (Tejera, 2011).
- **Index plus:** el primer metatarsiano es más largo que el segundo (Echevarría, 2006). Se observa en el 16% de la población (Tejera, 2011).
- **Index plus minus:** el primer metatarsiano y el segundo tienen prácticamente la misma longitud (Echevarría, 2006). Se presenta con una frecuencia del 28% en la población (Tejera, 2011).

2.3.8. Caracterización del pie del escolar

Como señalamos, y volvemos a insistir debido a su importancia, el pie del escolar no es una miniatura del pie del adulto (González, 2000; Wunderlich y Cavanagh, 2001; Gil y González, 2002; Barisch-Fritza y otros, 2014). Existen numerosas diferencias debido a su peculiaridad de ser un órgano en constante evolución en cuanto a su estructura y forma (Mauch y otros, 2009). Como se ha descrito con anterioridad, el desarrollo del pie incluye la osificación de los huesos y la reducción de la flexibilidad de los tendones, los ligamentos y las cápsulas articulares, por una mayor inclusión de los proteoglicanos y entrecruzamientos de

colágeno. Pero, hasta que esto ocurre, tiene una gran capacidad plástica (Barisch-Fritza y otros, 2014).

La edad en que se encuentra formada la estructura del pie cambia en función de los diferentes autores que examinemos. KidoShoe (2011) lo establece a los 2 años de vida; Mickle y otros (2008), entre los 5 y los 6 años; y el IBV (1999) y Staheli(1999), a los 6 años. Y la consolidación definitiva tiene lugar al final de la adolescencia, si bien tampoco los autores se ponen de acuerdo en una edad concreta, así, González (2000), Mital (2000), Gil y González (2002) y KidoShoe (2011) señalan que es a los 18 años de edad, el IBV (1999) lo establece a los 19 años y Staheli (1999), incluso lo alarga hasta los 21.

En cualquier caso, la osificación en el pie del escolar es frágil, existe mucha holgura entre los elementos oteo-cartilaginosos y gran elasticidad de la cápsula y ligamentos (González, 2003), de tal manera que cualquier compresión excesiva o alteración de la posición normal, puede provocar una patología permanente (González, 2000). Es importante, por tanto, procurar un crecimiento y un desarrollo sanos (Gil y González, 2002).

Como ya se ha comentado anteriormente, el pie muestra variaciones en su morfología, estructura y función a lo largo de toda la vida del individuo (Mauch y otros, 2009). En la primera infancia, los pies son anchos, cortos y planos, con gran cantidad de tejido graso (Caballero, 2009), y, a medida que va creciendo, el pie va cambiando sus características hasta conformarse definitivamente hacia el final de la adolescencia (Delgado y otros, 1993), etapa en la que, habitualmente, es más estilizado (Caballero, 2009), presentando también variaciones morfológicas, siendo prácticamente siempre los pies de los varones más largos y anchos que los de las mujeres (Gould y otros, 1990).

Aunque los cambios críticos del pie tienen lugar durante la etapa preescolar, también acontecen importantes cambios en la edad escolar

y hasta el final de la adolescencia (Bari y otros, 2010). En este sentido, Dimeglio (1991) indica que es importante “no confundir lo normal con lo patológico”, sobre todo, en etapas del pie en crecimiento; que, hasta la maduración definitiva, va a sufrir muchos cambios. De hecho, este experto llega a decir que, durante esta fase de la vida, “todo es posible”.

Dos hitos resultan muy importantes durante el desarrollo del niño. Por una parte, el proceso de osificación y consolidación músculo esquelética y, por otra, la adquisición de una marcha independiente.

El pie, a pesar de seguir un ritmo de consolidación músculo-esquelético más lento que el resto del cuerpo, es sometido a sollicitaciones muy altas durante el periodo de adquisición y maduración de la marcha (Ramiro y otros, 1995).

Núñez-Samper y Llanos (2007) sostienen que el desarrollo del pie en el tiempo se lleva a cabo en diferentes etapas, dando lugar a su clasificación como pie del neonato, pie infantil-puberal y pie adulto.

Ramiro y otros (1995) establecen diferentes periodos en el desarrollo del pie, considerando fundamentalmente la adquisición y maduración de la marcha: la etapa de predeambulación, de adquisición de la marcha, maduración de la marcha y, por último, la etapa de aumento de la actividad.

A continuación, se combinan las clasificaciones realizadas por Ramiro y otros (1995) y Núñez-Samper y Llanos (2007) y se describen diferentes aspectos que caracterizan el pie del niño en las diferentes etapas:

□ Pie del neonato–etapa de predeambulación:

Abarca desde el nacimiento hasta que el niño comienza a caminar, todo lo que suele acontecer hasta el año o año y medio de edad (Ramiro y otros, 1995).

Al nacer, el pie del infante es redondeado, con una gran capa de grasa que oculta la bóveda plantar durante los primeros meses de vida (Ebri, 2001 y 2002). Durante este primer año, existe clínicamente un arco longitudinal no demostrable *per se* y, solamente cuando el niño adopta la posición plantígrada y se aplican al pie las fuerzas de tensión que se generan como consecuencia del soporte del peso, se hace aparente el arco longitudinal (Giannestras, 1979).

En esta fase, el pie presenta ya muchas estructuras formadas y definidas (IBV, 1999), pero se trata de una formación muy frágil, ya que está constituida sobre todo por cartílago (Delgado y otros, 1993; IBV, 1999; Gil y González, 2002; KidoShoe, 2011). Se trata de un pie muy elástico, únicamente el 50% de los huesos del tarso presentan una osificación parcial durante el primer año de vida, y podemos decir que la extremidad estaría constituida por una disposición ordenada de cartílago que se mantiene junto y holgado gracias a la presencia de ligamentos que todavía no han desarrollado la fortaleza y elasticidad necesarias para mantener los huesos en una alineación adecuada (Giannestras, 1979).

El sistema músculo-esquelético está todavía en desarrollo primario. El pie aún no cumple ninguna función de soporte y las sollicitaciones mecánicas a las que está sometido son mínimas (Ramiro y otros, 1995). Se considera importante destacar la presencia en el pie de una sensibilidad táctil exteroceptiva más acusada que en la mano hasta aproximadamente los ocho meses (Moreno, 1996), de ahí que son varios los autores que señalan que no es necesario e, incluso, es inconveniente calzar al bebé, pues, entre otras cosas, se priva al pie de una de una fuente importante de estímulos (Casteleiro y García, 1987; Staheli, 1994; IBV, 1999; Gentil, 2007).

□ Pie de 1 a 5 años:

Cuando el niño comienza a dar sus primeros pasos y durante varios meses después, su sentido del equilibrio no está desarrollado por completo y su marcha es muy inestable (Giannestras, 1979; Núñez-Samper y LLanos, 2007), insegura, tambaleante y se cae con frecuencia (Collado y otros, 2003). Para sentirse más estable, el menor aumenta la base de sustentación (Ramiro y otros, 1995) separando las extremidades inferiores, entre 15 y 20 cm. (Collado y otros, 2003), haciendo que el eje de gravedad recaiga internamente, produciéndose de esta forma una pronación del pie acompañada de un descenso del arco interno. Al respecto, Caillet (1971) señala que, al principio de esta etapa, hemos de considerar como “normal” la ausencia de arco. Los huesos son todavía muy inmaduros y los elementos cartilagosos y los ligamentos presentan mucha laxitud, con lo que no hay rigidez suficiente para mantener la bóveda plantar (López, 2012), provocando, como consecuencia, una marcha desgarbada con el pie aplanado (Giannestras, 1979).

A medida que el equilibrio se va desarrollando, el eje de gravedad se aproxima a la normalidad (entre los dedos primero y segundo) y los pies se van colocando más juntos; los músculos y ligamentos comienzan a ser más eficaces y, cuando se tensan, ya pueden mantener alineados y unidos los huesos del tarso, cosa que resulta fundamental para un adecuado funcionamiento del pie (Núñez-Samper y LLanos, 2007); de esta forma, la estructura comienza a estar más equilibrada y el arco empieza a tomar ya su forma. Este acontecimiento no comienza antes de los 12-16 meses (Giannestras, 1979).

La bóveda plantar, pues, se va haciendo patente a partir de los dos años (Ramiro y otros, 1995). Los expertos consideran que a esta edad el niño ya ha de presentar el arco longitudinal bien definido cuando se encuentra en bipedestación y el calcáneo en posición neutra, aunque, si

se observa la huella en el podoscopio, probablemente aparezca como plana, debido sobre todo a la concentración de la grasa plantar en el extremo medial (Giannestras, 1979; Tachdjian, 1999; Ruiz y otros, 2004; Núñez-Samper y Llanos, 2007).

En bipedestación, el escafoides no es prominente, pero sí que puede aparecer una ligera prominencia sobre la cara dorso-lateral del pie en dirección al maléolo externo, que irá disminuyendo progresivamente hasta desaparecer cuando el pie alcanza su desarrollo completo (Giannestras, 1979).

Rondando la edad comprendida en esta etapa, González (2000) y Walther y otros (2008) marcan otra fase, a la que denominan edad de lactancia tardía (entre los 4 y los 6 años), en la que recuerdan que hay un aumento de la actividad física, con todo lo que esto conlleva en relación con esta extremidad.

Más o menos dentro del rango de edad considerado por Núñez-Samper y Llanos (2007), Ramiro y otros (1995) establecen dos etapas teniendo en cuenta la marcha:

La etapa de adquisición de la marcha, entre 1,5- 3 años, y la de maduración de la marcha. Esta última etapa abarca desde que el escolar camina de forma independiente, a los 3 años, hasta los 7, cuando generalmente ya se ha alcanzado un patrón de marcha adulta (Ramiro y otros, 1995; Ramos, 2007). Al comienzo del periodo se ve cómo el pie ya ha ido evolucionando, el tobillo ha rotado hacia afuera y el calcáneo se ha verticalizado (Ramiro y otros, 1995).

□ Pie entre los 5 y los 10 años:

González (2000) denomina a ésta como la edad de la escuela elemental, y parte de los 6 años y no de los 5, como Núñez-Samper y Llanos (2007). El tejido conectivo ya proporciona una mayor estabilidad,

y la flexibilidad va disminuyendo, si la comparamos con edades anteriores (González, 2000; Núñez-Samper y Llanos, 2007).

La actividad deportiva va siendo cada vez más intensa y comienza a haber diferencias entre el pie de los niños (más voluminoso) y el de las niñas (más delgado y esbelto) (González, 2000; Núñez - Samper y Llanos, 2007). Hay que tener en cuenta que las sollicitaciones mecánicas son cada vez mayores y los pies se encuentran en un estadio de desarrollo todavía precoz, descompensación que puede dar lugar a patologías y alteraciones en la marcha (Ramiro y otros, 1995).

□ Pie puberal entre los 10 y los 15 años:

Núñez-Samper y Llanos (2007) lo definen a partir de los 10 años de edad. En esta etapa, el tejido conectivo es ya casi tan estable como el de un adulto (González, 2000).

A esta edad, aproximadamente, ya las piernas han de ser rectas, la distancia intermaleolar no superará los tres centímetros, las rótulas estarán centradas y es cuando la porción lateral del arco longitudinal alcanza su desarrollo y el peso es sostenido de manera uniforme y distribuido sobre el talón y la zona metatarsal (Giannestras, 1979).

Aunque el patrón de marcha del menor completa su maduración alrededor de los 7 años, existen determinados parámetros relacionados con la estatura (velocidad, longitud del paso y cadencia) que van evolucionando de forma paralela al crecimiento, hasta llegar a alrededor de los 15 años (Collado y otros, 2003; Ramos, 2007).

Es importante considerar las diferencias en cuanto al sexo, pues las niñas maduran antes y las diferencias, tanto físicas como fisiológicas, son relevantes. También hay aspectos psíquicos y sociales que influyen en el comportamiento del menor y que dan más sentido a la diferenciación de calzados para los distintos sexos (Ramiro y otros, 1995).

Esta última etapa es prácticamente paralela a la descrita por Ramiro y otros (1995) como la etapa de aumento de la actividad, y abarca a escolares de entre 7 y 14 años. Ya en esta fase comienza la actividad deportiva y tiene lugar una mayor consolidación del sistema músculo-esquelético. El ejercicio diario de los niños somete a las estructuras músculo-esqueléticas a solicitaciones y esfuerzos ya similares a las de los adultos; la naturaleza, magnitud y, fundamentalmente, las consecuencias de estas solicitaciones están fuertemente influidas por el calzado con el que realizan sus actividades (Ramiro y otros, 1995).

2.3.9.1. Inicio y maduración de la marcha en el escolar

Ante todo lo expuesto, pensamos que es conveniente anotar algunas consideraciones en cuanto al inicio y maduración de la marcha en el escolar.

Desde el nacimiento, las personas experimentan un proceso de aprendizaje y evolución de su patrón de marcha hasta alcanzar el patrón del adulto (Ramos, 2007); la forma de caminar del niño va evolucionando de forma paralela a su crecimiento y al desarrollo de su sistema nervioso y músculo-esquelético (IBV, 1999). La maduración de la marcha tiene lugar con la consolidación de gran parte del esqueleto óseo del pie y con un aumento de las solicitaciones mecánicas (Caballero, 2009).

La adquisición de la marcha y su posterior maduración ha sido descrita en diferentes autores. Unos apuntan que el patrón de marcha adulta se alcanza durante el primer año después de la adquisición de la marcha independiente (Nácher y otros, 2005), si bien Gentil y Becerro de Bengoa (2001) indican que a los tres años ya están presentes esos patrones de marcha adulta. Por su parte, el IBV (1999) considera que no es hasta los 4 años cuando han madurado muchas de las

características de la marcha independiente, que a los 7 se alcanza un patrón similar al del adulto y que, a los 14 años, ya se adquiere completamente la marcha adulta.

2.3.9.2. Conformación y desarrollo de la bóveda plantar

En cuanto al desarrollo de la bóveda plantar (arco longitudinal interno), va surgiendo de forma espontánea con el crecimiento. Se piensa que su desarrollo se produce como consecuencia de la disminución de la grasa subcutánea plantar, de la laxitud ligamentosa (que disminuye con la edad) (Staheli, 1991 y 1994; Revenga y Bulo, 2005) y del incremento del tono muscular y cambios en la conformación ósea (De los Mozos y otros, 2004).

Como se citó anteriormente, el arco longitudinal interno se va haciendo patente a partir de los dos años (Ramiro y otros, 1995). Son varios los especialistas que describen que la edad crítica para el desarrollo del mismo se encuentra entre los 4 y los 6 años de edad (Rao y Joseph, 1992; Sachithanandam y Joseph, 1995; De los Mozos y otros, 2002; De los Mozos y otros, 2003; De los Mozos y otros, 2004, Abolarin y otros, 2011) pero, para Rivera y otros (2012), es a los 6 años. En cuanto a su conformación definitiva, Mickle y otros (2008) apuntan que el arco ya es maduro a los 5 años. Sin embargo, Collado y otros (2003) establecen que este fenómeno se produce alrededor de los 6 años y que, en esta edad, la distribución de las presiones es como en el adulto, así como que la bóveda se podría considerar formada. Una opinión que comparten Alfageme (2014) y Leung y otros (2005). Forriol y Pascual (1990), por su parte, indican que este fenómeno no tiene lugar hasta los 7 años, mientras que Espinoza (2013) afirma que el proceso del desarrollo se establece entre los 6 y los 12 años.

El pie del escolar no es igual que el pie del adulto, son muchos los acontecimientos que en él suceden durante la etapa escolar, como el

crecimiento y desarrollo, adquisición de la marcha, maduración de la bóveda plantar, etc. Y todos estos procesos pueden estar influenciados tanto por factores internos (sexo, edad, etnia, etc.) como por factores externos, dentro de los cuales el calzado juega un papel muy importante (Rao y Joseph, 1992; Collado y otros, 2003; De los Mozos y otros, 2004; Nácher y otros, 2005; Jiménez-Ormeño y otros, 2013; Barisch-Fritza y otros, 2014; Delgado-Abellán y otros, 2014; Yurt y otros, 2014; Sacco y otros, 2015).

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

3. OBJETIVOS

M^a Luisa González Elena

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Comprobar el ajuste del calzado al pie en los escolares de los colegios participantes en el Programa de Salud Escolar Podológica desarrollado, durante el curso 2013-2014, en la ciudad de Sevilla.

3.2. Objetivos específicos

- 1.** Determinar la longitud, la anchura del metatarso y las alturas en el dorso del pie más largo de los escolares.
- 2.** Determinar la longitud, la anchura máxima y las alturas en la parte superior de la pala del calzado.
- 3.** Comparar las medidas del pie con las del interior del calzado.
- 4.** Determinar el ajuste en longitud y anchura del calzado al pie del escolar en función de la fórmula digital.
- 5.** Comprobar si la longitud interior del calzado determinada por el fabricante coincide con la longitud interior real en todos los calzados.
- 6.** Determinar la curva de crecimiento de la longitud y anchura del pie en función de la edad y el sexo.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

4. MATERIAL Y MÉTODO

M^a Luisa González Elena

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1. Clasificación del estudio

Siguiendo los criterios de clasificación de los estudios de investigación y revisando las características del presente trabajo, hemos considerado oportuno clasificarlo como un estudio de tipo observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo (Polit y Hungler, 2000; Argimón y Jiménez, 2013).

Hemos realizado un estudio observacional porque no se ha efectuado ninguna modificación de la naturaleza de las variables estudiadas. Nos hemos limitado a observar, medir y analizar una serie de factores en un grupo de sujetos.

La descripción de este trabajo como descriptivo se justifica en que nuestra pretensión no ha sido la de evaluar una presunta relación causa-efecto, sino que los datos han sido utilizados con una finalidad puramente descriptiva.

En relación con la secuencia temporal, se trata de una investigación de tipo transversal, en la que las observaciones se han llevado a cabo en un único momento del tiempo en cada individuo. Asimismo, en base al inicio del estudio en relación a la cronología de los hechos, nos situamos ante un estudio prospectivo (Polit y Hungler, 2000; Argimón y Jiménez, 2013).

4.2. Población de estudio y muestra

A continuación nos disponemos a describir nuestra población de estudio y muestra.

□ Población de estudio:

La población de estudio está constituida por los escolares matriculados en Educación Infantil y Primaria en los colegios ubicados

en la capital hispalense donde se llevó a cabo el llamado 'Programa de Salud Escolar Podológica' (PSEP) durante el curso 2013-2014. El rango etario de este colectivo abarca desde los 3 hasta los 12 años. En nuestro caso, concretada en 726 escolares.

□ Muestra:

Aplicando los criterios de inclusión exclusión -que posteriormente serán definidos-, la muestra de nuestro estudio está formada definitivamente por un total de 505 estudiantes.

4.2.1. Técnica de muestreo

La selección de los centros se realiza mediante un muestreo de conveniencia o intencional, utilizando como criterio de selección la proximidad geográfica al centro docente universitario de Fisioterapia y Podología de la Universidad de Sevilla; colegios en los que se aplica el citado programa de salud podológica mediante un convenio con la institución académica que ampara esta tesis doctoral.

Para la selección de la muestra, hemos realizado un muestreo probabilístico, dado que hemos incluido la totalidad de los estudiantes matriculados en los tres centros docentes elegidos y que, estando de acuerdo en participar en nuestra investigación, han dado su autorización. De esta forma, todos los elementos de la muestra han tenido la misma probabilidad de ser elegidos para el estudio.

4.2.2. Selección de los individuos de la muestra

Los menores que han formado parte de nuestro proyecto, como hemos explicado, son alumnos matriculados en el curso 2013-2014 en tres centros sevillanos de Infantil y Primaria a los que se les ofertó la posibilidad de tomar parte en el PSEP de la Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología de la Hispalense.

Como resultado de estos factores, los centros finalmente seleccionados, pertenecientes a los distritos Macarena y Casco Antiguo, han sido:

1. Escuela de Educación Infantil (E.E.I) Argote de Molina, colegio público.
2. Centro de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P) Macarena”, colegio público.
3. Centro de Educación Infantil y Primaria (C.E.I.P) Beaterio de la Santísima Trinidad, colegio concertado.

4.2.3. Criterios de selección

Para la elección de la población que forma la muestra, se fijaron los siguientes criterios de inclusión:

1. Ser propuesto por la dirección del centro escolar, previa autorización de los padres o tutores.
2. Tener una edad comprendida entre 3 y 12 años –cumplidos-.
3. Estar presentes en el centro escolar el día de la exploración.
4. No presentar deformidad en los pies.

Quedaron excluidos de la muestra:

1. Los escolares que acudían ese día al centro con un calzado no apto para ser medido con el instrumento diseñado para tal fin (botas u otro calzado de caña alta, por ejemplo).
2. Aquellos que presentaban algún antecedente de historia quirúrgica previa en el miembro inferior o alguna patología y que estaban en tratamiento. De hecho, recordemos, éstos eran excluidos inicialmente en el cribado realizado dentro del referido programa podológico escolar.
3. Los escolares en los que había falta de proporción en las medidas de los pies.

4. Aquellos cuyos registros presentaban falta de coherencia en los datos o en los que había insuficientes (datos) para cumplimentar las variables.

4.3. Selección y clasificación de las variables de estudio

La aplicación práctica de nuestra investigación nos condujo a componer un análisis estadístico que registra un total de 18 variables. Con la intención de facilitar su organización y operatividad, las hemos clasificado en tres grupos denominados: Variables de filiación, Variables fisiológicas y Variables sobre el calzado, como elemento determinante de la salud.

Variables de filiación:

- 1- Apellidos y nombre del escolar.
- 2- Edad.
- 3- Sexo.
- 4- Fecha de exploración.
- 5- Centro escolar.

Variables fisiológicas:

- 1- Longitud del pie más largo.
- 2- Anchura del metatarso del pie más largo.
- 3- Máxima altura a nivel de la articulación interfalángica del pie más largo.
- 4- Máxima altura a nivel de la articulación metatarsfalángica del pie más largo.
- 5- Máxima altura en el dorso del pie, generalmente situada a nivel de la segunda cuña del pie más largo.
- 6- Fórmula digital.

Variables sobre el calzado:

- 1- Modelo de calzado.
- 2- Longitud interior del calzado correspondiente al pie más largo.

3- Anchura interior del calzado correspondiente a la zona más ancha del pie más largo.

4- Máxima altura interior a nivel de la pala del calzado, correspondiente a la localización de la máxima altura de la articulación interfalángica del pie más largo.

5- Máxima altura interior a nivel de la pala del calzado, correspondiente a la localización de la máxima altura de la articulación metatarsofalángica del pie más largo.

6- Máxima altura interior a nivel de la pala del calzado, correspondiente a la localización de la máxima altura en la zona del dorso (comúnmente, la segunda cuña) del pie más largo.

7- Talla del calzado (sistema de numeración europeo).

□ Clasificación de las variables:

* Cualitativas:

- Apellidos y nombre del escolar: nominal-policotómica.
- Sexo: nominal-dicotómica (hombre/mujer).
- Tipo de calzado: nominal-policotómica (colegial, *merceditas*, castellanos (tipo mocasín), náuticos, manoletinas y deportivas).
- Fórmula digital: nominal-policotómica (pie egipcio, griego y cuadrado).

* Cuantitativas discretas:

- Edad.
- Fecha de exploración (día/mes/año).

* Cuantitativas continuas:

- Medidas contempladas en las variables fisiológicas y del calzado (a excepción del modelo).

Todas las medidas realizadas tanto en el pie como en el interior del calzado están recogidas en milímetros.

4.4. Instrumentos y materiales

4.4.1. Aspectos éticos y legales

Antes de iniciar nuestra investigación, y conscientes de la importancia de la edad de los escolares (menores), se revisó el convenio relativo a los Derechos humanos y la Biomedicina –Oviedo, 4 de abril de 1997- para la protección de los derechos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina, ratificado en el Boletín Oficial del Estado (BOE) nº 251 de 20 de octubre de 1999. Este pacto se establece a la vista del rápido avance de la Medicina y el peligro que supone una inadecuada práctica de la misma. En él se ratifica y fija, primordialmente, la necesidad de respetar al ser humano como persona y la importancia de respetar su dignidad.

También hemos tenido en cuenta la declaración de Helsinki, adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial, en Finlandia (junio, 1964) y enmendada recientemente, por la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil y el Código Deontológico del Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos (2014).

Igualmente, hemos considerado la Ley General de Sanidad de 1986 y la ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica, fundamentalmente el capítulo III, “Derecho a la intimidad” y el capítulo IV, “El respeto de la autonomía del paciente”, en sus artículos 8, 9 y 10, en los que hace referencia al consentimiento informado. En este documento, los responsables de los escolares contaron con información adecuada respecto a la investigación, comprendiéndola y ejerciendo una libre elección, lo cual les ha permitido aceptar o declinar voluntariamente la invitación a participar.

Los investigadores relacionados con este estudio, por su parte, también se comprometieron a garantizar la confidencialidad de los datos y a velar por el cumplimiento de las recomendaciones de la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de carácter personal (LOPD) y las del Real Decreto 1720/2007 de 21 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de desarrollo de la LOPD.

La información registrada ha sido empleada con carácter científico, pudiendo ser nuevamente utilizada para la realización de futuros estudios.

Otro paso dado en esta dirección, y con el objetivo de constatar si este trabajo se ajustaba a la normativa vigente en España y en la Unión Europea, fue someterlo a evaluación por parte del Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Sevilla, obteniendo una valoración favorable (Anexo 2). A este respecto, debemos precisar que se trata de una evaluación de carácter voluntario, ya que nuestro estudio, se inscribía dentro de una línea de investigación que ya había sido evaluado de forma positiva por dicho comité, pero a la que, aun así, quisimos exponernos en aras de una mayor transparencia y rigor.

4.4.2. Diseño, validación y pilotaje de la Hoja de Recogida de Datos

La Hoja de Recogida de Datos (HRD), se establece como formulario individualizado para cada escolar (Anexo 3). En su planteamiento y diseño tuvimos en cuenta diferentes parámetros que consideramos esenciales para aportar información significativa en relación con nuestro campo de trabajo.

Los registros de la exploración se recogen en tres apartados. El primero incluye los datos de filiación del escolar o preescolar y el

segundo recopila los datos correspondientes a las medidas y morfología del pie más largo. El último, los datos correspondientes al calzado.

Además, antes de iniciar la recogida de datos, necesaria para el estudio de investigación, sometimos nuestra HRD a una evaluación externa, por parte de doctores del Departamento de Podología de la Universidad de Sevilla, con el fin de que la valorasen e hiciesen propuestas de mejora.

Atendidas y estimadas las sugerencias de dichos expertos -con capacidad investigadora reconocida-, procedimos a contactar con la técnico en estadística, reunión en la que se le expusieron detalladamente los objetivos que queríamos alcanzar en la investigación y las variables propuestas para tal fin. Esta especialista propuso algunos cambios que facilitarían el análisis estadístico y un pilotaje de la misma recogiendo datos de no más de 15 escolares y de forma aleatoria. Como resultado de este proceso, se introdujeron algunos cambios y consideraciones que mejoraban la Hoja de Recogida de Datos y se creó la definitiva.

4.4.3. Equipamiento

- Material de apoyo a la investigación:
 - Ordenador con un sistema operativo Windows XP, con el paquete Microsoft office.
 - Programa de tratamiento de datos IBM SPSS Statistics
 - Material fungible para la impresión.
- Material para la medida de las variables:
 - Cinta métrica
 - Medidor de pie
 - Medidor del calzado

4.4.3.1 Diseño del aparato de medida desarrollado por el Centro de Metrología Andaluz (CAM)

El objetivo fundamental nuestro estudio era comparar las medidas del pie del escolar con el calzado; determinar el ajuste en puntos muy concretos, dentro del interior del calzado. Así, consideramos oportuno establecer como puntos conflictivos, susceptibles a compresiones por parte del calzado, la mayor altura a nivel de la articulación interfalángica, a nivel de la articulación metatarso falángica y a nivel del empeine del pie. Estas medidas y en esos puntos concretos fueron trasladadas al interior del calzado para comprobar la capacidad del mismo. Por otra parte, decidimos determinar la longitud y la anchura en el interior del calzado en aquellos puntos donde el pie presentaba las mayores medidas en el largo y el ancho.

Para todo ello, necesitábamos un instrumento de medida muy concreto, debido a la peculiaridad del estudio. Para medir el pie contábamos con un escáner 3D, empleado anteriormente para otro estudio, pero decidimos rechazarlo por la insatisfacción mostrada por los investigadores anteriores (problema con la luz exterior). Disponíamos también de una variante del medidor tipo Brannock que contaba con un brazo empleado para medir la longitud interior del calzado al mismo tiempo que se medía el pie. Esta última herramienta resultaba bastante eficaz. Sin embargo, sólo nos permitía medidas bidimensionales del pie y medir la longitud interior del calzado, motivo por el que también fue rechazado. Además, se arrastraba el problema de cómo trasladar las referencias medidas en el pie al interior del calzado.

En el mercado existen numerosos instrumentos de medida, calibres, medidores de alturas, etc. que podríamos haber empleado, pero el problema radicaba en que eran muy dispares los espacios a medir, desde muy pequeños -partíamos aproximadamente de un número de

pie del 21 (140 mm.)- hasta muy grandes un 44 (293 mm.), con lo que había calzados muy pequeños en los que resultaría muy difícil introducir cualquier medidor y necesitaríamos muchos medidores interiores iguales pero de diferentes tamaños. Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, el Centro Andaluz de Metrología (CAM) diseñó dos equipos de medida. En sentido estricto, son equipos comerciales, pero con pequeñas modificaciones para adaptarse a las características tan peculiares de los objetos a medir (Anexos 4, 5, 6 y 7).

□ Descripción de los equipos y procedimiento a seguir:

▪ Materiales

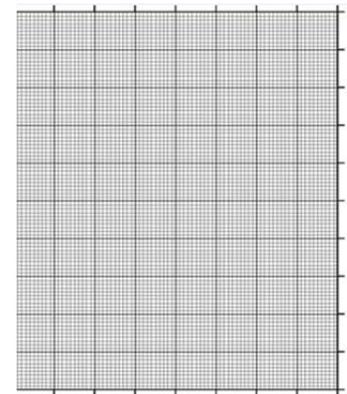
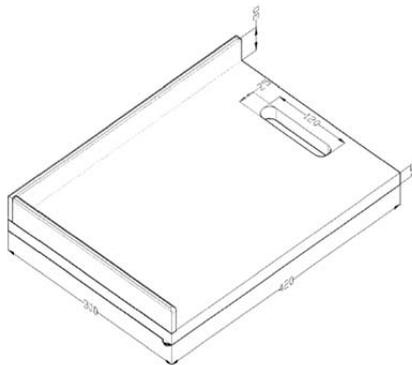


Figura 6.- Plataforma de medida

Figura 7.- Plantilla calibrada preimpresa (Grid)

- Plataforma de medida con base sobresaliente de apoyo de 90° y un suplemento del mismo material que permita la toma de medidas con los dos pies a la mismo nivel (Véase figura 6).
- Plantilla preimpresa calibrada (Grid), que se coloca encima de la plataforma citada anteriormente (Véase figura 7).
- Acetatos transparentes para colocarlos sobre la plantilla preimpresa.
- Calibre de alturas. Digital, con un gramil adaptado.
- Pie de rey calibrado, digital, con palpadores adaptados.

- Velcros.
- Juego de calibres telescópicos.
- Juego de prolongadores para el calibre telescópico.
- Juego de palmillas (desde la talla 22 hasta la 44) (Véase figura 8).

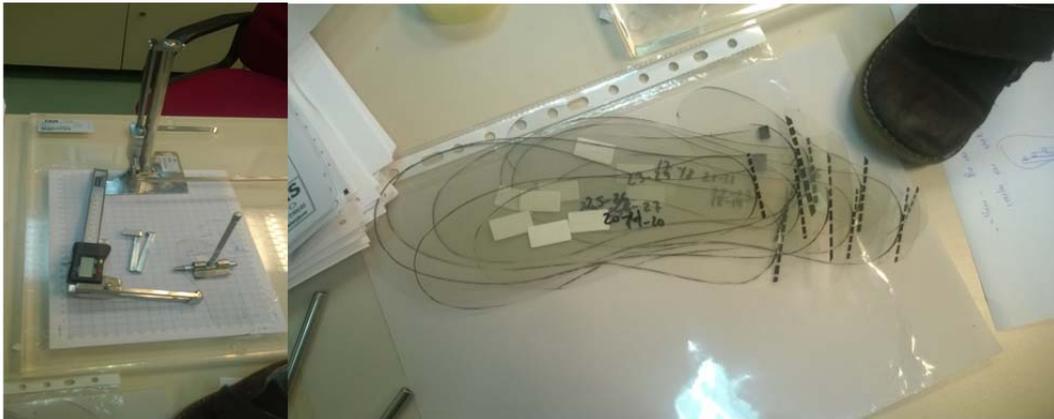


Figura 8.- Material empleado para tomar las medidas en el pie y trasladarlas al interior del calzado

□ Medidas en el pie:

El método de medida empleado se basa, fundamentalmente, en trasladar los puntos de medida tomados en el pie a un acetato colocado sobre una plantilla preimpresa calibrada (Grid). Este traslado se consigue a través de la posición relativa de un equipo de medida sobre una plataforma de medida. Como tal se utiliza una base de metacrilato con una zona recta sobresaliente de apoyo formando 90°. Sobre esta base, y contra la zona de apoyo del borde, se posicionan el talón y uno de los laterales del pie.

Esta base lleva una plantilla preimpresa (elaborada por el CAM, no comercial; sobre la que se coloca el acetato transparente. Con este sistema, se consigue determinar la posición relativa de los puntos de medida en función de la posición del instrumento de medida sobre la base.

Esta plantilla sirve de escala de medida y está calibrada para dar trazabilidad a las medidas.

La base de metacrilato, contiene preimpreso el Grid y, sobre éste, se coloca el acetato sobre el que se apoya el pie del niño para tomar las medidas y poder ser trasladadas al interior del calzado.

La posición inicial del escolar fue siempre la misma. Cada participante permaneció en bipedestación, con los dos pies a la misma altura (cargando el peso por igual), desprovistos de calcetín y con las rodillas extendidas.

Medida de alturas a nivel del dorso del pie:

Las diferentes alturas en el dorso, se definen como la distancia vertical desde la superficie de sustentación hasta la parte más alta del dorso del pie (Carmenate y otros, 2014). En nuestro caso, a nivel de la articulaciones interfalángicas, metatarsofalángicas y al empeine (por regla general, 2ª cuña).

El pie se posicionará sobre la base diseñada, en el borde en escuadra que tiene en una de sus esquinas, y se colocará un acetato transparente sobre el Grid, con el objeto de ir trasladando las coordenadas (x e y) de los puntos de medida sobre dicho acetato.

Para medir las diferentes alturas a nivel del dorso del pie, se utiliza un calibre de alturas digital con un gramil modificado. Este equipo nos permite determinar, de una forma sencilla, la altura de los puntos a medir y trasladar el punto de medida al acetato, situado sobre la plantilla preimpresa.

Previamente a la toma de medidas con el gramil de alturas, será necesario apoyar el palpador sobre la base y hacer un cero en el instrumento para garantizar que no se ha perdido y que todas las medidas parten de un mismo nivel de referencia.

Con la ayuda del gramil, además de trasladar dichas medidas haciendo coincidir su escuadra con las líneas del Grid, se podrá ver directamente la medida de altura en milímetros (coordenada z) de los puntos medidos.

Una vez finalizadas las medidas, tendremos unas anotaciones en el acetato, que, al ser transparente, nos permite anotar también las coordenadas x e y de la medida obtenidas del Grid.

Mediante este sistema, con el uso del gramil de alturas digital, leemos directamente el valor de las alturas, localizamos en el Grid el punto concreto en el que el pie presenta las mayores alturas (mediante tres coordenadas x, y, z) y servirá como punto de referencia para trasladarlo al interior del calzado, tomando de forma sencilla las medidas tridimensionales del pie.

□ Medida de la anchura metatarsal del pie:

La anchura metatarsal, se define como, la distancia desde el punto más prominente de la región, medial en la cabeza del primer metatarsiano, hasta el punto más prominente en el lateral, a nivel de la cabeza del quinto radio (Paiva de Castro y otros, 2010).

Para medir la anchura, se utiliza el mismo sistema que para determinar la altura y la posición relativa en el pie de los puntos medidos en el apartado interior. Determinamos las coordenadas x e y, localizando la mayor anchura medida en el antepié. Estos puntos sirven de referencia para comprobar la anchura en el interior del calzado. En este caso, sólo obtenemos la posición buscada, el valor de la medida es obtenido mediante un programa informático, en el que introducimos las coordenadas y que emite el valor en centímetros.

□ Medida de la longitud del pie:

La longitud del pie, distancia desde la parte más posterior del talón (punto calcáneo) hasta el dedo más largo (punto pedial) (Carmenate y otros, 2014), se mide directamente a través de las escala del Grid (milímetros), y quedaría marcada en el acetato el punto donde hemos medido la mayor longitud.

Como resultado del proceso de mediciones en el pie, contamos con un acetato en el que están marcados todos los puntos medidos, centro de talón (T), la mayor longitud del pie (L), dos puntos, que determinan la anchura W (x e y) y tres puntos, donde hemos medido las alturas (A1, A2 y A3); siendo A1 la altura a nivel de la articulación interfalángica; A2, la metatarsofalángica; y A3, la altura a nivel de las cuñas, que indican la posición de las mismas sobre el acetato. Este sistema es muy interesante, pues no sólo nos permite trasladar los puntos de medida sino también su orientación, ya que no tiene la misma repercusión que la mayor longitud esté en el primer dedo que en el segundo, igual que a la hora de medir la anchura el eje metatarsal no es recto sino oblicuo, debido a que la primera cabeza metatarsal está más adelantada que la quinta. Precisamente es por esto que lo que se pretende es determinar de forma exacta el ajuste de las medidas tomadas en el pie en el interior del calzado.

Con esta meta, vemos la talla del calzado que queremos medir (indicada por el fabricante en la suela o bien calculada en función del tamaño del calzado) y buscamos una de las palmillas transparentes del mismo número. Esta palmilla se coloca sobre el acetato, haciendo coincidir con el centro de talón, y trasladamos los puntos medidos a la palmilla. Dichos puntos quedan localizados mediante adhesivos tipo velcro.

□ Medidor de interior del calzado:

▪ Medida de alturas

Las medidas de altura se realizarán con un pie de rey digital con palpador de medición realizado a medida (extensible y con palpador de distintas longitudes), un útil que lleva adherido dos adhesivos, uno que coincide con el del centro del talón y el otro, con uno de los puntos de las alturas que habíamos marcado en las palmillas. Una vez fijado los dos adhesivos en los puntos correspondientes, medidor y palmilla se introducen en el calzado. Lógicamente, antes de utilizar el equipo, se deberá colocar el palpador adecuado a la longitud a medir y hacer cero en la posición de unión de los palpadores (Véase figura 9).

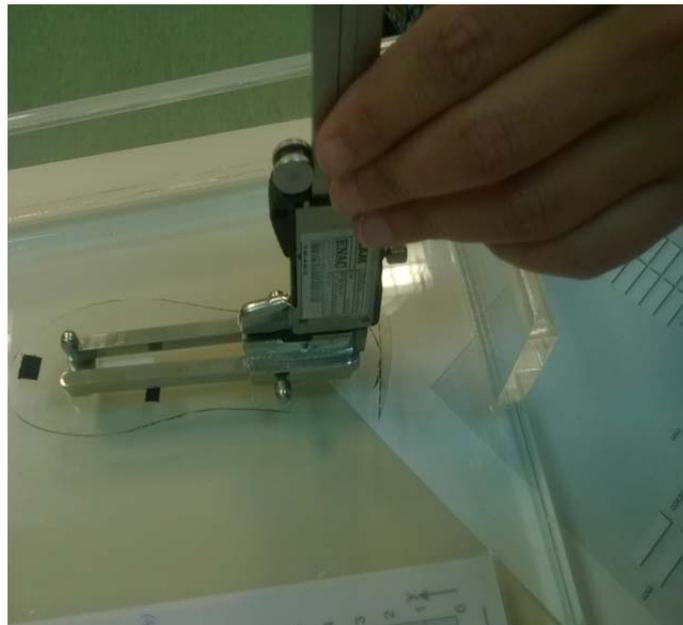


Figura 9.- Colocación del medidor de alturas sobre la palmilla

Una vez en el interior del calzado, procedemos a la toma de medida de la altura. La parte del palpador adherida a la palmilla y que nos ha marcado la posición de la medida queda fija, mientras que el otro brazo sube, mediante un sistema manual de rueda,

hasta llegar a tocar el material interior, momento en el que finaliza el procedimiento, anotando la medida marcada por el medidor. Este proceso se repite dos veces más, hasta obtener las tres alturas (Véanse figuras 10 y 11).



Figura 10 y 11.- Toma de medida de la alturas con el pie de rey calibrado digital.

- Medida de la anchura y la longitud

Las medidas de ancho y largo del zapato en las posiciones que se han fijado durante la toma de medidas del pie se efectuarán utilizando un equipo comercial (calibre telescópico) que permite fijar la medida en éste para, posteriormente, fuera del zapato, medir la longitud con un calibre de forma sencilla (Véase figura 12).



Figura 12.- Juego de calibres telescópicos

Figura 13.- Colocación del calibre sobre la palmilla para medir la anchura

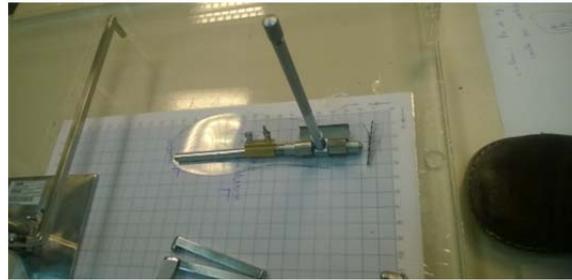


Figura 14.- Colocación del calibre sobre la palmilla para medir la longitud

El calibre se coloca y fija sobre la palmilla mediante velcros. La posición de colocación del mismo viene determinada por los puntos marcados sobre la palmilla durante la medición del pie (un punto para la longitud y dos puntos para la anchura) (Véanse figura 13 y 14). Una vez fijado en la posición correcta, palmilla y calibre se introducen en el interior del calzado (Véase figura 15). El equipo cuenta con un freno, que soltamos, y, de esta forma, se expande hasta que, palpando de forma externa, localizamos que ha tocado el material del calzado. En este momento, se vuelve a poner el freno. El calibre se queda fijo y lo extraemos. Ya una vez fuera del calzado, procedemos a medir. Determinando así la capacidad interior.



Figura 15.- Calibre en el interior del calzado

El sistema de medida es el mismo para el largo que para el ancho, la única diferencia es que, en la anchura, el calibre se expande de forma horizontal mediante dos brazos y, para la longitud, es un único brazo que se expande de forma vertical.

4.5. Protocolo de actuación

1. Inscripción de nuestro estudio en el Área Clínica Podológica, comunicando nuestro proyecto para, de esta forma, poder acceder a los datos registrados en los archivos del Programa de Salud Podológica Escolar del curso 2013-2014, recibiendo dicha autorización (Anexo 8).

2. Información y solicitud de autorización. Nuestro estudio se lleva a cabo entre escolares que forman parte del citado proyecto, razón por la que acudimos con el coordinador de la asignatura de Podología Preventiva y Comunitaria a los colegios donde se iba a efectuar. De este modo obtuvimos las autorizaciones necesarias para trabajar con los alumnos.

A continuación, el Programa de Salud Escolar Podológica se presentó ante los representantes de la Asociación de Madres y Padres de Alumnos (AMPA) y la dirección de cada centro escolar. Una vez explicados sus objetivos y de qué modo intervendrían los menores, también se precisó la utilización de los datos obtenidos con fines de investigación en diferentes trabajos, pues son varias las líneas desarrolladas gracias a dicho programa.

Obtenidas la autorización de la dirección y del presidente de las diferentes AMPAS, cada colegio se ha hecho cargo de enviar a las familias de los escolares un comunicado informando sobre la justificación y componentes de la propuesta, documento en el que también se solicita la autorización de los padres. La recogida de datos comenzó en el mes de febrero y terminó en el mes de mayo (curso 2013-2014).

3. Visita de uno de los centros escolares seleccionados con el fin de recoger datos de quince menores que, posteriormente, fueron utilizados para el pilotaje y validación final de la HRD. Con esta

primera información, se realizó un análisis estadístico para modificar las variantes que podrían mejorar la fiabilidad y validez de las magnitudes y conclusiones extraídas.

4. Visita a los diferentes colegios en los que se desarrollaba el Programa de Salud Escolar Podológica y recogida de datos (filiación, medidas del pie y medidas del calzado).

5. Una vez terminado el trabajo de campo realizado en los centros, fuimos pasando todos los datos de forma minuciosa a la base de datos. En nuestro caso, fueron recogidos en Access para su posterior análisis.

6. La base de datos fue enviada a la técnico en estadística, la cual nos envió tablas de frecuencia en la que fuimos viendo errores en cuanto a la denominación de las variables, por lo que procedimos a la depuración de las deficiencias o incoherencias detectadas.

7. Exportación de los datos desde Access para realizar el estudio estadístico de los datos.

4.6. Análisis estadístico

El análisis estadístico se ha realizado utilizando el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 22. Para el análisis descriptivo, se han calculado el número de alumnos (N), los valores medios, desviación típica (D.T.), mínimo, máximo y percentiles 25, 50 y 75 (P_{25} , P_{50} y P_{75}).

En el análisis de datos cualitativos se utilizará la prueba chi-cuadrado para ver si existe algún tipo de relación (dependencia) entre las variables, a través de las tablas de contingencia.

Para conocer el tipo de prueba más adecuada para las comparaciones por grupos de las variables cuantitativas, según sea el comportamiento de los datos, se realizarán las siguientes pruebas:

- *Normalidad.* Se aplica el test de Shapiro-Wilko o Kolmogorv-Smirnov, en función del tamaño muestral más adecuado. El contraste de hipótesis que se plantea es:
 - H_0 : Los datos obtenidos se distribuyen según normalidad.
 - H_1 : Los datos obtenidos NO se distribuyen según normalidad.
- *Aleatoriedad.* Se aplica la prueba de rachas para una muestra y el contraste de hipótesis que se plantea es:
 - H_0 : La secuencia de valores obtenida en el grupo es aleatoria.
 - H_1 : La secuencia de valores obtenida en el grupo NO es aleatoria.
- *Homocedasticidad.* Se aplica el test de Levene y contrasta si los grupos tienen la misma varianza.

Si se cumplen los criterios de normalidad y aleatoriedad, se considera apropiado aplicar pruebas paramétricas. En este estudio se aplican las siguientes pruebas:

- *Prueba T para muestras relacionadas.* En esta modalidad se analizan las medidas muestrales del pie y del calzado.
 - μ_P : La media de la medida del pie.
 - μ_C : La media de la medida del calzado.

El contraste de hipótesis que se plantea es el siguiente:

- $H_0: \mu_P = \mu_C$
 - $H_1: \mu_P \neq \mu_C$
- *Prueba T para muestras independientes.* Se aplica cuando se comparan dos grupos diferentes. En este estudio se ejecutará cuando se comparen los datos obtenidos por dos grupos. El contraste que se plantea es:

- μ_{Grupo1} : La media en el grupo 1.
- μ_{Grupo2} : La media en el grupo 2.
- $H_0: \mu_{\text{Grupo1}} = \mu_{\text{Grupo2}}$
- $H_1: \mu_{\text{Grupo1}} \neq \mu_{\text{Grupo2}}$

En el supuesto de que no se cumplan los criterios de normalidad, aleatoriedad y homocedasticidad, se aplican pruebas no paramétricas. Entre ellas:

- *Prueba de Wilcoxon de rangos con signo para muestras relacionadas.* Se aplica cuando no se cumplen los criterios paramétricos en la prueba T para muestras relacionadas.
 - H_0 : El comportamiento de un grupo (calzado) es similar al comportamiento del mismo grupo (pie).
 - H_1 : El comportamiento de un grupo (calzado) NO es similar al comportamiento del mismo grupo (pie).
- *Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.* Se aplica cuando no se cumplen los criterios paramétricos en la prueba T para dos muestras independientes.
 - H_0 : El comportamiento de la variable es similar en los dos grupos que se comparan.
 - H_1 : El comportamiento de la variable NO es similar en los dos grupos que se comparan.
- *Prueba de Kruskal-Wallis.* Compara más de dos muestras independientes que no cumplen los criterios paramétricos.
 - H_0 : El comportamiento de la variable es similar en los grupos que se comparan (más de dos).
 - H_1 : El comportamiento de la variable NO es similar en los grupos que se comparan (más de dos).

4.7. Búsqueda bibliográfica

Como condición indispensable en un trabajo académico como éste, hemos realizado una amplia y lo más exhaustiva posible búsqueda bibliográfica, aunque intentando evitar divagaciones o un volumen de información inabarcable. Esta indagación la hemos focalizado a través de la Biblioteca de Ciencias de la Salud, consultando fundamentalmente en bases de datos como el Catálogo Fama de la Universidad de Sevilla, Dialnet, Enfispo, Google Académico, Medline, Pubmed, Scopus, Teseo, etc.

La redacción del Informe de Investigación sigue los criterios de Uniformidad sobre Manuscritos Biomédicos establecidos por el Comité Internacional de Editores de Revistas Biomédicas en la Convención de Vancouver. Sin embargo, en el texto hemos empleado las normas de la American Psychological Association (APA), pues hemos considerado que, de esta forma, facilitaba la consulta de autores y año de publicación a medida que íbamos elaborando y redactando nuestro estudio. Con esta decisión, también pretendemos facilitar la lectura y el análisis posterior a la publicación del presente trabajo de Investigación.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

5. RESULTADOS

M^a Luisa González Elena

5. RESULTADOS

Primero se mostrarán los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico de las variables y posteriormente, se darán respuesta a los objetivos conforme a las pruebas estadísticas más adecuadas.

5.1. Análisis estadístico

Nuestra población de estudio, está constituida por un total de 505 escolares (N= 505); 256 niños y 249 niñas, en los que se han analizados las medidas del calzado y del pie más largo.

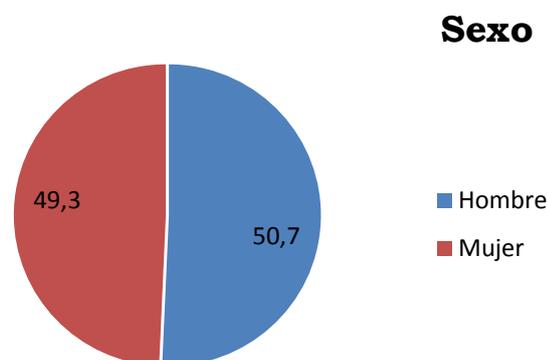


Gráfico 1.- Distribución porcentual de la muestra por sexo

La edad de nuestra población de estudio está comprendida entre los 3 y los 12 años cumplidos.

Tabla 4.- Descriptivos de la variable edad

		Edad(años)
N	Válido	505
	Perdidos	0
Media		6,79
Desviación estándar		2,636
Mínimo		3
Máximo		12

Percentiles	25	5,00
	50	6,00
	75	9,00

Edad (años)

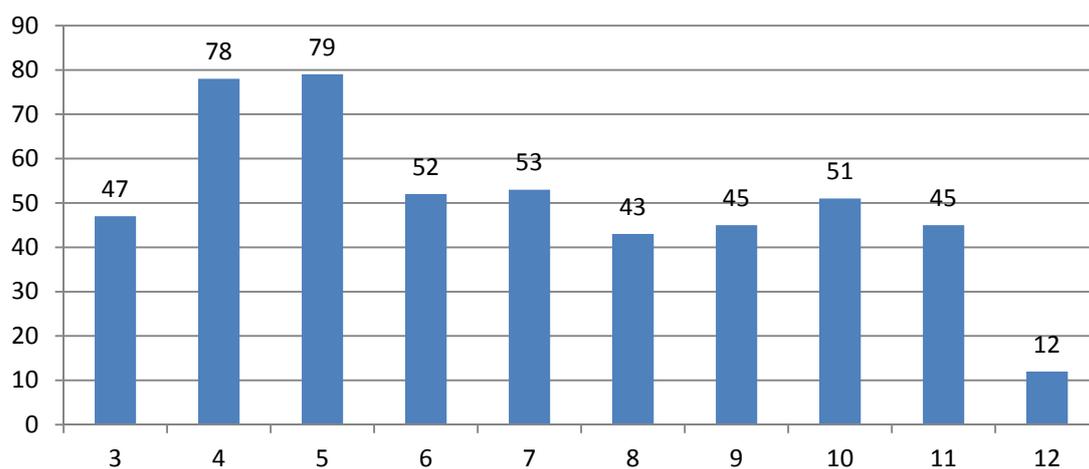


Gráfico 2. – Distribución de escolares por edad

Tabla 5.- Descriptivos de la edad y el sexo

Hombre	N	Válido	256
		Perdidos	0
	Media	6,59	
	Desviación estándar	2,674	
Mujer	N	Válido	249
		Perdidos	0
	Media	6,99	
	Desviación estándar	2,586	

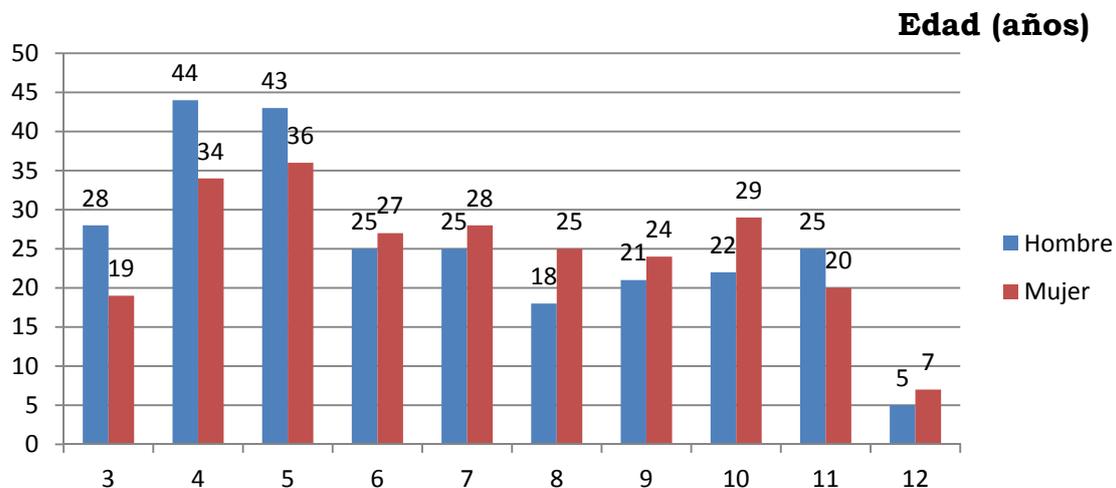


Gráfico 3.- Distribución de escolares por edad y sexo

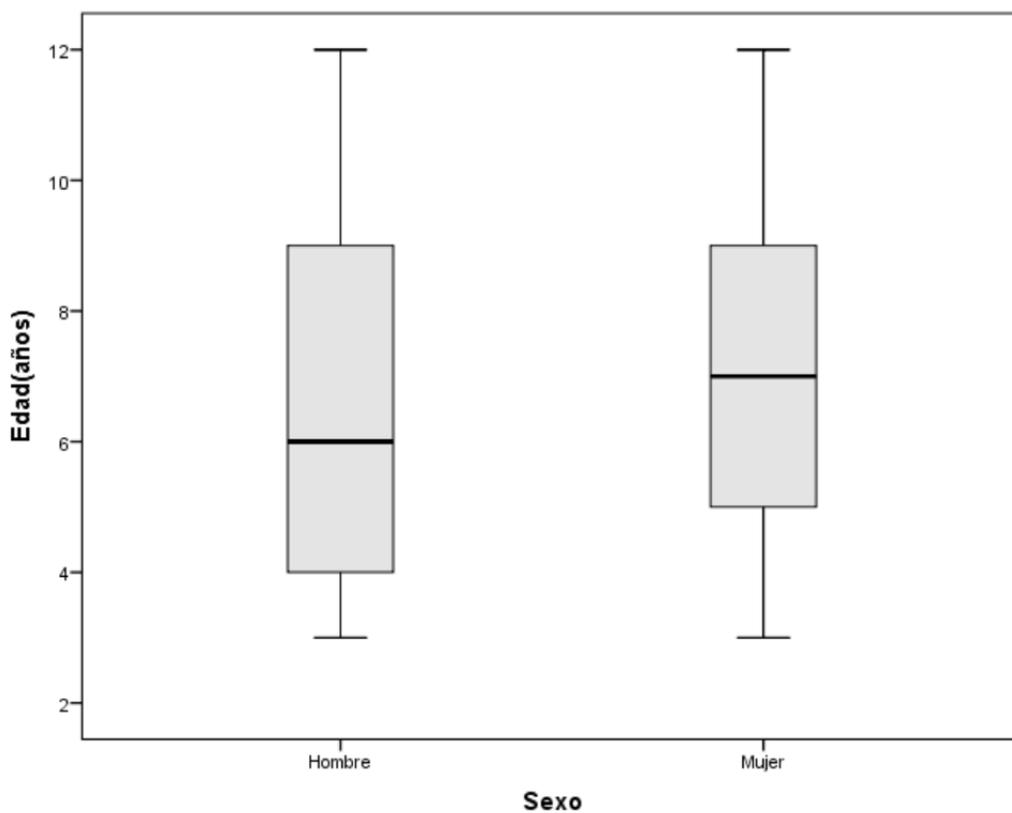


Gráfico 4.- Distribución de escolares por sexo y edad

La mayor parte de la muestra es Europea, seguidos de africanos, sudamericanos y asiáticos.

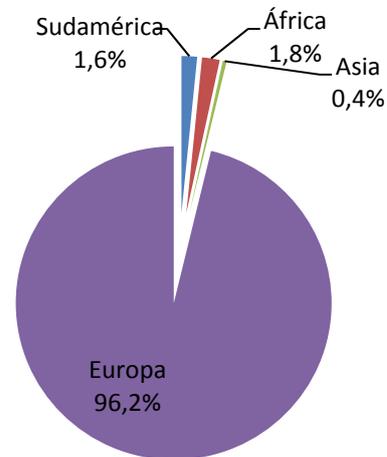


Gráfico 5.- Distribución de escolares por nacionalidad

Los escolares pertenecen a tres Centros Docentes de la ciudad de Sevilla. Un 14.1 % procede de la EEI “Argote de Molina” (N= 71), el 28.7 % al CEIP Macarena (N=145), y el 57.2 % al CEIP Beaterio de la Santísima Trinidad (N=289). Los dos primeros colegios, son públicos, mientras que el último, es concertado.

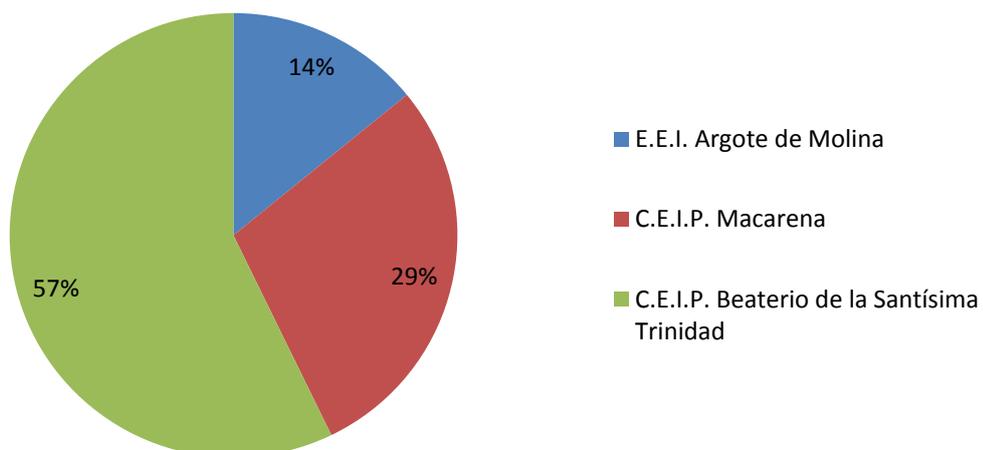


Gráfico 6.- Distribución de escolares por centro educativo.

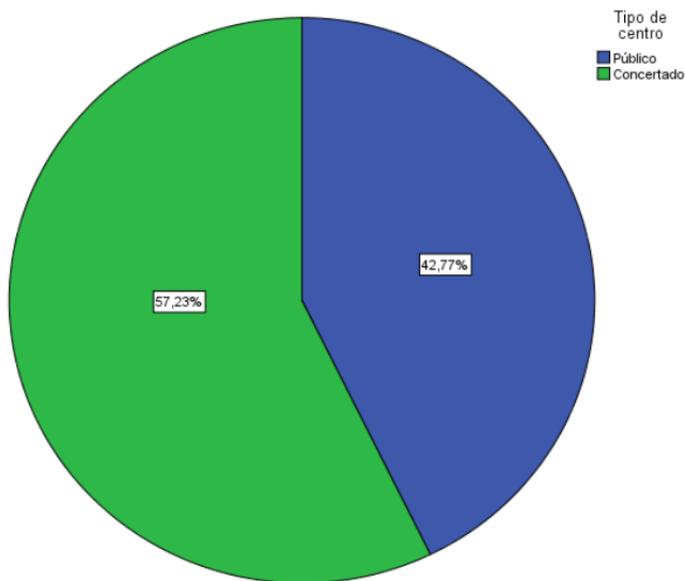


Gráfico 7.- Distribución de escolares por la categoría del centro educativo.

El número de escolares del sexo masculino, es mayor que el del sexo femenino en los centros Argote de Molina (N= 43) y Macarena (N=83), mientras que en el Beaterio de la Santísima Trinidad había más del sexo femenino (N= 159).

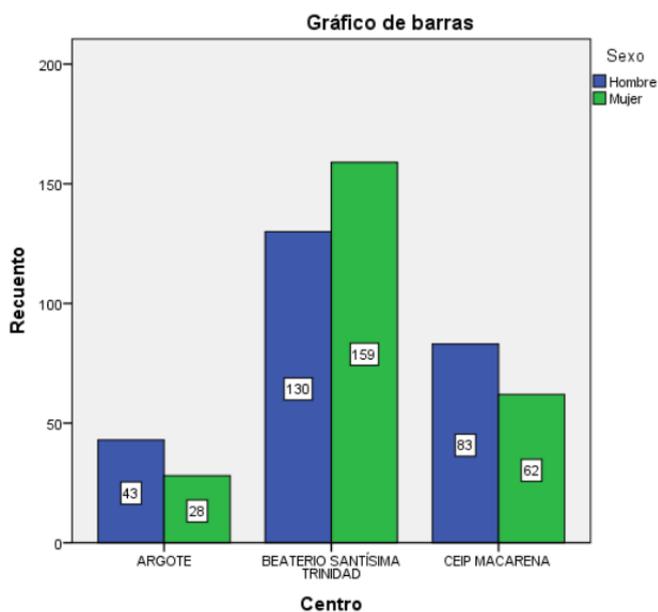


Gráfico 8.-

Distribución de escolares por sexo y centro educativo

Los escolares de menor edad son los matriculados en la EEI Argote de Molina y los más mayores, son los pertenecientes al CEIP Beaterio de la Santísima Trinidad.

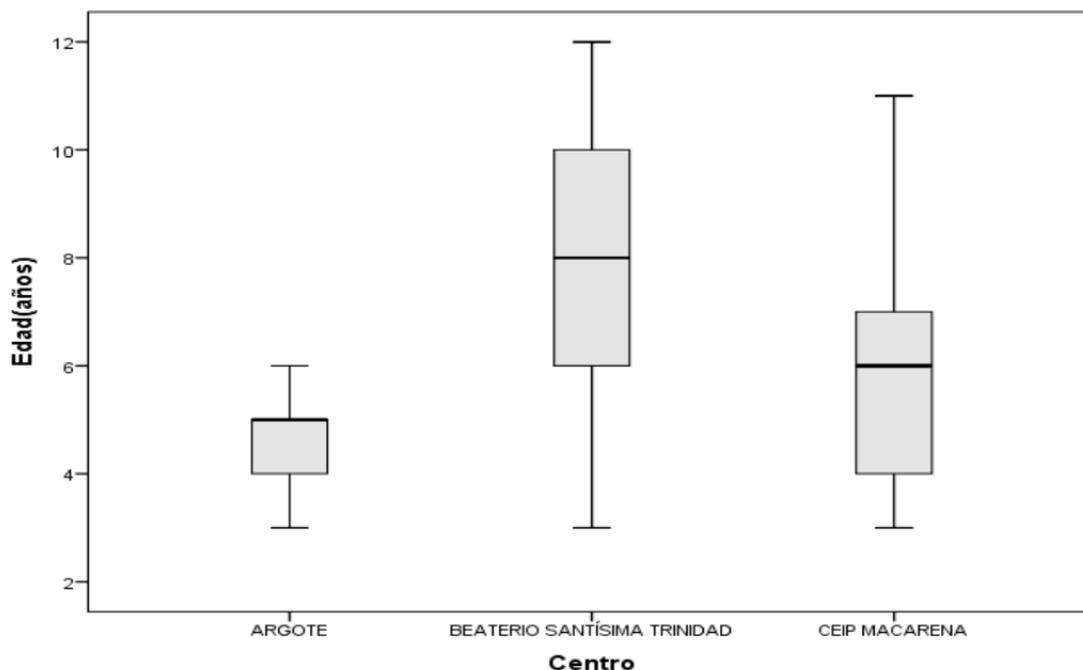


Gráfico 9.- Distribución de escolares por edad y centro educativo

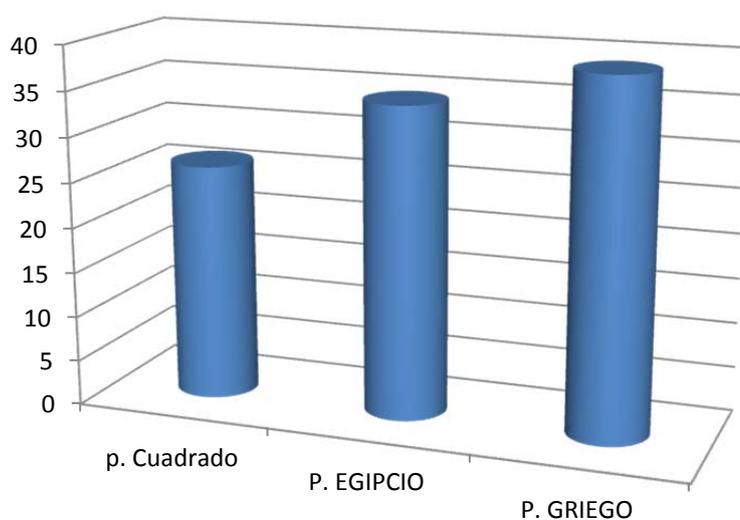


Gráfico 10.- Distribución de los escolares por fórmula digital

Tabla 6.- Descriptivos del sexo y la fórmula digital

			SEXO		Total
			Hombre	Mujer	
Fórmula Digital	p. Cuadrado	Recuento	67	66	133
		% dentro de SEXOREC	26,3%	26,5%	26,4%
	P. EGIPCIO	Recuento	79	95	174
		% dentro de SEXOREC	31,0%	38,2%	34,5%
	P. GRIEGO	Recuento	109	88	197
		% dentro de SEXOREC	42,7%	35,3%	39,1%
Total		Recuento	255	249	504
		% dentro de SEXOREC	100,0%	100,0%	100,0%

Al considerar el modelo del calzado, hemos de hacer un inciso para decir que el modelo castellano, hace referencia al calzado tipo mocasín.

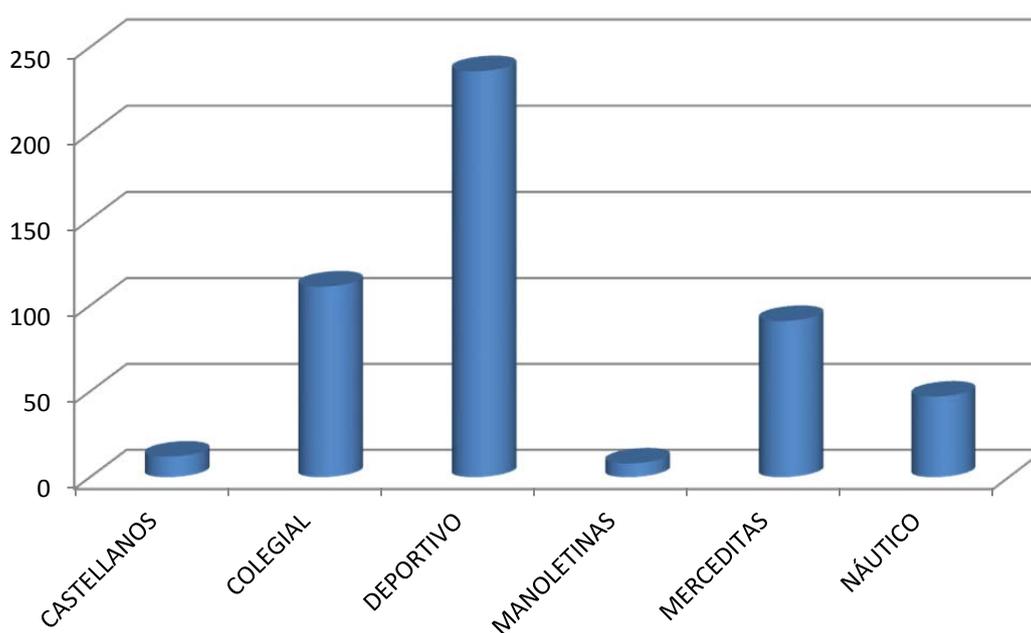
**Gráfico 11.-** Distribución de los escolares por modelo de calzado

Tabla 7.- Descriptivos del tipo de calzado por edad

			Edad(años)									Total	
			3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
CALZADO	CASTELLANOS	Recuento	1	0	1	1	2	0	2	2	3	0	12
		%	2,1	0,0	1,3	1,9	3,8	0,0	4,4	3,9	6,7	0,0	2,4
	COLEGIAL	Recuento	10	20	15	7	11	7	10	12	14	5	111
		%	21,3	25,6	19,0	13,5	20,8	16,3	22,2	23,5	31,1	41,7	22
	DEPORTIVO	Recuento	24	43	52	35	22	28	16	11	5	0	236
		%	51,1	55,1	65,8	67,3	41,5	65,1	35,6	21,6	11,1	0,0	46,7
	MANOLETINAS	Recuento	1	1	2	1	2	0	1	0	0	0	8
		%	2,1	1,3	2,5	1,9	3,8	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	1,6
	MERCEDITAS	Recuento	10	12	8	8	13	7	9	14	8	2	91
		%	21,3	15,4	10,1	15,4	24,5	16,3	20,0	27,5	17,8	16,7	18,0
	NÁUTICO	Recuento	1	2	1	0	3	1	7	12	15	5	47
		%	2,1	2,6	1,3	0,0	5,7	2,3	15,6	23,5	33,3	41,7	9,3
	Total	Recuento	47	78	79	52	53	43	45	51	45	12	505
		%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 8.- Descriptivos del tipo de calzado por sexo

			SEXO		Total
			Hombre	Mujer	
CALZADO	CASTELLANOS	Recuento	6	6	12
		% dentro de SEXO	2,3%	2,4%	2,4%
	COLEGIAL	Recuento	77	34	111
		% dentro de SEXO	30,1%	13,7%	22,0%
	DEPORTIVO	Recuento	147	89	236
		% dentro de SEXO	57,4%	35,7%	46,7%
	MANOLETINAS	Recuento	0	8	8
		% dentro de SEXO	0,0%	3,2%	1,6%
	MERCEDITAS	Recuento	0	91	91
		% dentro de SEXO	0,4%	36,1%	18,0%
	NÁUTICO	Recuento	25	22	47
		% dentro de SEXOREC	9,8%	8,8%	9,3%
	Total	Recuento	256	249	505
		% dentro de SEXOREC	100,0%	100,0%	100,0%

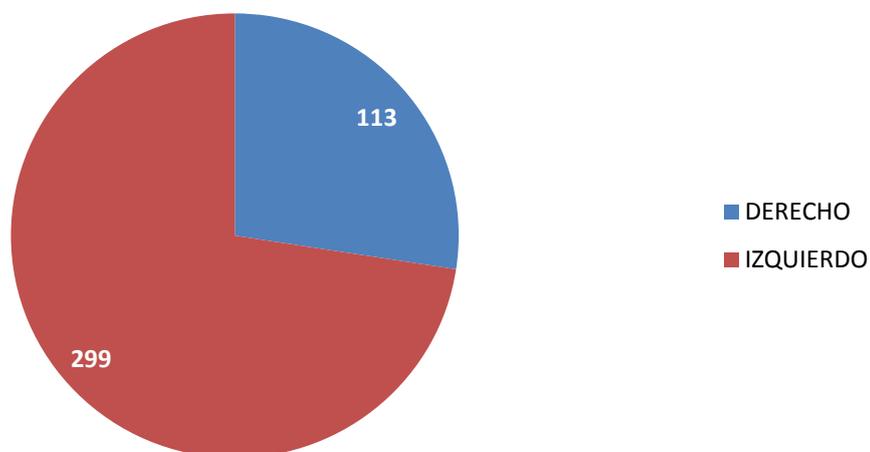
Tabla 9.- Descriptivos del tipo de calzado por centro educativo

			CENTRO			Total
			ARGOTE	BEATERIO SANTÍSIMA TRINIDAD	CEIP MACARENA	
CALZADO	CASTELLANOS	Recuento	0	12	0	12
		% dentro de CENTRO	0,0%	4,2%	0,0%	2,4%
	COLEGIAL	Recuento	10	86	15	111
		% dentro de CENTRO	14,1%	29,8%	10,3%	22,0%
	DEPORTIVO	Recuento	52	62	122	236
		% dentro de CENTRO	73,2%	21,5%	84,1%	46,7%
	MANOLETINAS	Recuento	4	1	3	8
		% dentro de CENTRO	5,6%	0,3%	2,1%	1,6%
	MERCEDITAS	Recuento	5	82	4	91
		% dentro de CENTRO	7,0%	28,4%	2,8%	18,0%
	NÁUTICO	Recuento	0	46	1	47
		% dentro de CENTRO	0,0%	15,9%	0,7%	9,3%
	Total	Recuento	71	289	145	505
		% dentro de CENTRO	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

5.2. Muestra de los resultados en función de los objetivos

5.2.1. Objetivo 1: Medidas del pie

En nuestra muestra, el pie izquierdo fue más largo que el derecho en el 72,6% de los escolares.

**Gráfico 12.-** Distribución de los escolares según el pie más largo**Tabla 10.-** Descriptivos del pie más largo

Pie Más Largo					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	DERECHO	113	22,4	27,4	27,4
	IZQUIERDO	299	59,2	72,6	100,0
	Total	412	81,6	100,0	
Perdidos		93	18,4		
Total		505	100,0		

Tabla 11. - Descriptivos de la longitud del pie izquierdo

	Longitud Pie Izquierdo	Anchura Pie Izquierdo	Altura 2ª Cuña Pie Izquierdo	Altura MTF Pie Izquierdo	Altura ITF Pie Izquierdo
Media	210	7,65	43,37	26,83	18,33
Desviación estándar	31,490	0,959	7,740	5,185	4,079
Mínimo	146	6	15	9	6
Máximo	295	10	72	53	32

Tabla 12. - Descriptivos de la longitud del pie derecho

	Longitud Pie Derecho	Anchura Pie Derecho	Altura 2ª Cuña Pie Derecho	Altura MTF Pie Derecho	Altura ITF Pie Derecho
Media	199,15	7,5	42,59	25,95	18,08
Desviación estándar	27,288	0,789	6,672	4,944	3,699
Mínimo	140	6	27	18	11
Máximo	299	10	70	49	42

Tabla 13.-Descriptivos de las medidas del pie (sin diferenciar derecho/izquierdo)

		LONGITUD_PIE_MAS_LARGO	ANCHURA_PIE_MAS_LARGO
N	Válido	409	407
	Perdidos	96	98
Media		207,4377	7,6757
Desviación estándar		30,34324	,88389

A partir de éste momento, los resultados se mostrarán sin hacer diferenciación en cuanto a la lateralidad del pie (derecho/izquierdo), lo que si tendremos en cuenta siempre es que se hace referencia al pie más largo.

Tabla 14.- Descriptivos de las medidas del pie por edad

<i>Edad(años)</i>		<i>LONGITUD_PIE_MAS_LARGO</i>	<i>ANCHURA_PIE_MAS_LARGO</i>	
3	N	Válido	37	
		Perdidos	10	
	Media		175,5946	6,6486
	Desviación estándar		19,99786	,63317
4	N	Válido	53	
		Perdidos	25	
	Media		176,9245	6,9811
	Desviación estándar		15,10330	,57145

5	N	Válido	57	55
		Perdidos	22	24
	Media		186,7368	7,3636
	Desviación estándar		18,04214	,64875
6	N	Válido	41	41
		Perdidos	11	11
	Media		195,0488	7,4146
	Desviación estándar		16,76000	,66991
7	N	Válido	51	51
		Perdidos	2	2
	Media		209,6078	7,7647
	Desviación estándar		21,72195	,68083
8	N	Válido	42	42
		Perdidos	1	1
	Media		224,6429	7,8095
	Desviación estándar		22,94620	,74041
9	N	Válido	44	44
		Perdidos	1	1
	Media		227,9773	8,2045
	Desviación estándar		15,67621	,59375
10	N	Válido	51	51
		Perdidos	0	0
	Media		235,7647	8,4314
	Desviación estándar		18,91199	,78115
11	N	Válido	30	30
		Perdidos	15	15
	Media		246,3000	8,6000
	Desviación estándar		12,59762	,56324

12	N	Válido	3	3
		Perdidos	9	9
	Media		252,6667	8,6667
	Desviación estándar		15,94783	,57735

Tabla 15. - Descriptivos de las medidas del pie por sexo

SEXOREC			LONGITUD_PIE_MAS_LARGO	ANCHURA_PIE_MAS_LARGO
Hombre	N	Válido	204	203
		Perdidos	52	53
	Media		206,6029	7,7586
	Desviación estándar		30,37815	,93123
Mujer	N	Válido	205	204
		Perdidos	44	45
	Media		208,2683	7,5931
	Desviación estándar		30,35995	,82817

Tabla 16.- Descriptivos de las medidas del pie por edad y por sexo

Longitud del pie					
3	Hombre	N	Válido	28	
			Perdidos	0	
		Media			179,1429
		Desviación estándar			21,54704
		Mínimo			146,00
		Máximo			231,00
	Mujer	N	Percentiles	25	165,2500
				50	173,0000
				75	198,2500
	Mujer	N	Válido	19	
Perdidos			0		

		Media	169,0526
		Desviación estándar	8,40287
		Mínimo	153,00
		Máximo	182,00
		Percentiles	25
			50
			75
4	Hombre	N	Válido
			Perdidos
		Media	179,8409
		Desviación estándar	14,32991
		Mínimo	155,00
		Máximo	233,00
		Percentiles	25
	50		
	75		
	Mujer	N	Válido
			Perdidos
		Media	177,3824
		Desviación estándar	13,41870
		Mínimo	158,00
Máximo		206,00	
Percentiles		25	
	50		
	75		
5	Hombre	N	Válido
			Perdidos
		Media	189,3721

		Desviación estándar	19,35634
		Mínimo	165,00
		Máximo	295,00
		Percentiles	25
			50
			75
	Mujer	N	Válido
			Perdidos
		Media	186,6111
		Desviación estándar	11,86418
		Mínimo	160,00
		Máximo	210,00
		Percentiles	25
			50
			75
6		Hombre	N
	Perdidos		
	Media		200,5200
	Desviación estándar		12,79036
	Mínimo		180,00
	Máximo		233,00
	Percentiles		25
			50
			75
	Mujer		N
		Perdidos	
		Media	192,2593
		Desviación estándar	19,13835

		Mínimo		140,00
		Máximo		228,00
		Percentiles	25	180,0000
			50	190,0000
			75	206,0000
7	Hombre	N	Válido	25
			Perdidos	0
		Media		211,6000
		Desviación estándar		23,25403
		Mínimo		153,00
		Máximo		270,00
		Percentiles	25	207,5000
	50		212,0000	
	75		223,0000	
	Mujer	N	Válido	28
			Perdidos	0
		Media		207,7500
		Desviación estándar		19,78144
		Mínimo		173,00
Máximo			260,00	
Percentiles		25	197,2500	
	50	207,5000		
	75	218,0000		
8	Hombre	N	Válido	18
			Perdidos	0
		Media		216,0000
		Desviación estándar		25,69504
		Mínimo		146,00

		Máximo		249,00	
		Percentiles	25	212,7500	
			50	223,5000	
			75	230,0000	
		Mujer	N	Válido	25
				Perdidos	0
	Media		230,1200		
	Desviación estándar		18,94800		
	Mínimo		206,00		
	Máximo		299,00		
	Percentiles		25	219,0000	
		50	225,0000		
		75	236,5000		
9	Hombre	N	Válido	21	
			Perdidos	0	
		Media		229,0952	
		Desviación estándar		19,91207	
		Mínimo		160,00	
		Máximo		253,00	
	Percentiles	25	221,0000		
		50	234,0000		
		75	242,0000		
	Mujer	N	Válido	24	
			Perdidos	0	
		Media		226,4583	
		Desviación estándar		10,88269	
Mínimo		212,00			
Máximo		245,00			

		Percentiles	25	215,5000	
			50	226,5000	
			75	237,0000	
10	Hombre	N	Válido	22	
			Perdidos	0	
		Media			237,0909
		Desviación estándar			21,98248
		Mínimo			166,00
		Máximo			266,00
		Percentiles	25	225,2500	
		50	239,5000		
		75	250,7500		
	Mujer	N	Válido	29	
			Perdidos	0	
		Media			234,7586
		Desviación estándar			16,54789
		Mínimo			203,00
Máximo			273,00		
Percentiles		25	226,0000		
	50	239,0000			
	75	245,0000			
11	Hombre	N	Válido	25	
			Perdidos	0	
		Media			250,9200
		Desviación estándar			15,30229
		Mínimo			225,00
		Máximo			275,00
		Percentiles	25	238,5000	

			50	249,0000
			75	261,5000
	Mujer	N	Válido	20
			Perdidos	0
		Media		249,6500
		Desviación estándar		10,82529
		Mínimo		229,00
		Máximo		269,00
		Percentiles	25	240,2500
			50	250,0000
			75	259,7500
12		Hombre	N	Válido
	Perdidos			0
	Media		255,8000	
	Desviación estándar		15,84929	
	Mínimo		232,00	
	Máximo		270,00	
	Percentiles		25	241,0000
			50	257,0000
			75	270,0000
	Mujer		N	Válido
		Perdidos		0
		Media		251,1429
		Desviación estándar		10,96097
		Mínimo		235,00
		Máximo		266,00
		Percentiles	25	241,0000
			50	250,0000

			75	260,0000
--	--	--	----	----------

Tabla 17. - Descriptivos de las medidas del pie por centro escolar

CENTROREC		LONGITUD_PIE_MAS_LARGO	ANCHURA_PIE_MAS_LARGO	
ARGOTE	N	Válido	70	70
		Perdidos	1	1
	Media		182,8143	7,2143
	Desviación estándar		11,91065	,56190
BEATERIO SANTÍSIMA TRINIDAD	N	Válido	199	199
		Perdidos	90	90
	Media		225,8040	7,8844
	Desviación estándar		24,03232	,84190
CEIP MACARENA	N	Válido	140	138
		Perdidos	5	7
	Media		193,6429	7,6087
	Desviación estándar		28,80050	,97737

5.2.2. Objetivo 2: Medidas interiores del calzado

Tabla 18.- Descriptivos de las medidas interiores del calzado

	Longitud Calzado	Anchura Calzado	Tercera Altura Calzado	Segunda Altura Calzado	Primera Altrua Calzado
Media	211,21	8,57	46,53	26,1	17,59
Desviación estándar	33,473	1,213	10,014	7,540	6,036
Mínimo	119	5	16	7	2
Máximo	298	11	82	69	44

Tabla 19.- Descriptivos de las medidas interiores del calzado por modelo

TIPO CALZADO		Longitud Calzado	Anchura Calzado	Tercera Altura Calzado	Segunda Altura Calzado	Primera Altura Calzado
CASTELLANO	Media	228,08	9,58	42,83	25,58	15,42
	Desviación estándar	47,798	0,793	9,713	7,537	4,981
COLEGIAL	Media	213,88	8,82	43,56	25,21	16,73
	Desviación estándar	36,073	1,169	11,355	7,752	6,949
DEPORTIVO	Media	202,77	7,99	47,52	26,62	18,34
	Desviación estándar	29,482	1,025	9,377	6,615	4,973
MANOLETINAS	Media	192,75	7,25			17,13
	Desviación estándar	21,717	0,463			2,588
MERCEDITAS	Media	213,04	9,04	32	22,88	14,15
	Desviación estándar	31,997	1,043		8,275	6,015
NAUTICOS	Media	242,53	9,91	49,74	31,83	22,79
	Desviación estándar	24,030	0,654	7,789	6,411	4,894

Tabla 20.- Descriptivos de las medidas interiores del calzado por modelo y talla

Talla Calzado	TIPO CALZADO			Longitud calzado	Anchura Calzado	A3_c	A2_c	A1_c	
24	COLEGIAL	N	Válido	3	3	3	3	3	
			Perdidos	0	0	0	0	0	
		Media			156,67	7,00	25,00	18,00	11,67
		Desviación estándar			1,155	1,000	9,539	4,359	4,163
	DEPORTIVO	N	Válido	2	2	2	2	2	
			Perdidos	0	0	0	0	0	
		Media			200,00	6,50	43,50	25,00	19,00
		Desviación estándar			56,569	,707	2,121	1,414	,000
	MERCEDITAS	N	Válido	2	2	0	2	2	
			Perdidos	0	0	2	0	0	
		Media			152,00	8,00		19,50	12,50
		Desviación estándar			1,414	,000		6,364	9,192
25	CASTELLANOS	N	Válido	1	1	1	1	1	

			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		162,00	8,00	20,00	14,00	8,00
	COLEGIAL	N	Válido	3	3	3	3	3
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		187,00	7,33	42,33	24,00	11,67
		Desviación estándar		46,033	1,155	3,215	2,000	1,528
	DEPORTIVO	N	Válido	9	9	9	9	9
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		169,78	6,89	46,89	22,89	16,00
		Desviación estándar		12,498	1,054	4,197	2,315	1,871
	MERCEDITAS	N	Válido	2	2	0	2	2
			Perdidos	0	0	2	0	0
		Media		202,50	7,50		24,00	17,00
		Desviación estándar		53,033	,707		,000	2,828
26	COLEGIAL	N	Válido	12	12	12	12	12
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		174,00	7,75	35,33	17,58	10,83
		Desviación estándar		7,373	,866	10,990	6,374	4,840
	DEPORTIVO	N	Válido	22	22	22	22	22
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		175,73	6,95	42,32	25,27	16,55
		Desviación estándar		24,054	,375	6,578	3,918	2,521
	MERCEDITAS	N	Válido	7	7	1	7	7
			Perdidos	0	0	6	0	0
		Media		169,14	7,86		15,29	9,86
		Desviación estándar		8,153	1,345		7,064	5,398
27	COLEGIAL	N	Válido	7	7	7	7	7
			Perdidos	0	0	0	0	0

		Media		175,71	8,29	32,29	17,14	10,71
		Desviación estándar		8,420	,756	7,566	4,845	3,988
	DEPORTIVO	N	Válido	20	20	20	20	20
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		178,05	7,15	45,10	23,55	15,85
		Desviación estándar		8,745	,489	9,165	4,501	2,621
		MANOLETINAS	N	Válido	2	2	0	0
	Perdidos	0		0	2	2	0	
		Media		170,50	7,50			17,00
		Desviación estándar		2,121	,707			2,828
	MERCEDITAS	N	Válido	8	8	0	8	8
			Perdidos	0	0	8	0	0
		Media		173,00	8,00		17,25	8,63
		Desviación estándar		7,051	,756		6,944	4,658
	NÁUTICO	N	Válido	1	1	1	1	1
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		174,00	8,00	41,00	25,00	18,00
28	COLEGIAL	N	Válido	10	10	10	10	10
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		179,50	8,30	35,60	19,20	11,20
		Desviación estándar		5,503	,823	10,362	5,996	3,824
	DEPORTIVO	N	Válido	30	30	30	30	30
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		180,83	7,53	43,63	23,30	15,87
		Desviación estándar		9,879	,571	7,346	4,070	3,683
	MANOLETINAS	N	Válido	1	1	0	0	1
			Perdidos	0	0	1	1	0
		Media		200,00	7,00			18,00

	MERCEDITAS	N	Válido	3	3	0	3	3	
			Perdidos	0	0	3	0	0	
		Media		188,33	8,67		15,00	7,67	
		Desviación estándar		10,504	,577		1,000	,577	
29	CASTELLANOS	N	Válido	1	1	1	1	1	
			Perdidos	0	0	0	0	0	
		Media		192,00	8,00	39,00	15,00	8,00	
	COLEGIAL	N	Válido	5	5	5	5	5	
			Perdidos	0	0	0	0	0	
		Media		208,60	8,40	45,40	24,00	14,00	
			Desviación estándar		28,641	,894	7,893	5,701	4,359
	DEPORTIVO	N	Válido	20	20	20	20	20	
			Perdidos	0	0	0	0	0	
		Media		188,75	7,85	43,75	27,00	18,25	
			Desviación estándar		20,347	,745	8,078	5,191	3,768
	MANOLETINAS	N	Válido	3	3	0	0	3	
			Perdidos	0	0	3	3	0	
		Media		193,00	7,00			15,67	
			Desviación estándar		13,000	,000			3,512
MERCEDITAS	N	Válido	6	6	0	6	6		
		Perdidos	0	0	6	0	0		
	Media		187,67	8,83		13,50	8,17		
		Desviación estándar		9,070	,408		3,782	2,927	
NÁUTICO	N	Válido	1	1	1	1	1		
		Perdidos	0	0	0	0	0		
	Media		191,00	9,00	29,00	13,00	8,00		
30	CASTELLANOS	N	Válido	1	1	1	1	1	
			Perdidos	0	0	0	0	0	

		Media		250,00	10,00	49,00	30,00	17,00
	COLEGIAL	N	Válido	5	5	5	5	5
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		192,80	8,00	40,20	21,00	11,80
		Desviación estándar		6,301	1,000	12,276	5,788	7,362
	DEPORTIVO	N	Válido	24	24	24	24	24
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		193,67	8,13	42,04	22,71	16,25
		Desviación estándar		13,959	,741	9,603	5,505	4,366
	MERCEDITAS	N	Válido	3	3	0	3	3
			Perdidos	0	0	3	0	0
		Media		182,00	8,33		18,00	9,67
		Desviación estándar		2,646	1,155		9,539	3,055
	NÁUTICO	N	Válido	1	1	1	1	1
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		191,00	9,00	44,00	16,00	8,00
31	COLEGIAL	N	Válido	5	5	5	5	5
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		198,60	8,40	41,60	23,40	14,00
		Desviación estándar		7,335	,894	6,580	4,037	3,391
	DEPORTIVO	N	Válido	13	13	13	13	13
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		198,38	8,69	43,31	22,92	16,62
		Desviación estándar		6,436	,947	7,910	5,484	3,355
	MERCEDITAS	N	Válido	6	6	0	6	5
			Perdidos	0	0	6	0	1
		Media		212,50	8,83		18,83	13,00
		Desviación estándar		30,415	,408		6,113	5,657

32	COLEGIAL	N	Válido	8	8	8	8	8
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		222,25	8,63	43,25	24,25	16,25
		Desviación estándar		33,978	,518	9,780	4,464	3,694
	DEPORTIVO	N	Válido	13	13	13	13	13
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		206,62	8,15	46,46	25,62	17,85
		Desviación estándar		15,479	,801	9,606	6,752	3,625
	MANOLETINAS	N	Válido	1	1	0	0	1
			Perdidos	0	0	1	1	0
		Media		186,00	8,00			19,00
	MERCEDITAS	N	Válido	14	14	0	14	13
			Perdidos	0	0	14	0	1
		Media		219,00	9,36		25,86	14,92
		Desviación estándar		16,562	,929		8,037	5,123
	NÁUTICO	N	Válido	1	1	1	1	1
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		210,00	9,00	39,00	28,00	14,00
33	CASTELLANOS	N	Válido	2	2	2	2	2
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		187,00	10,00	37,50	21,00	11,50
		Desviación estándar		96,167	,000	9,192	1,414	,707
	COLEGIAL	N	Válido	13	13	12	12	12
			Perdidos	0	0	1	1	1
		Media		215,92	9,38	43,67	28,83	19,75
		Desviación estándar		11,117	,506	6,638	4,859	5,643
	DEPORTIVO	N	Válido	14	14	14	14	14
			Perdidos	0	0	0	0	0

		Media		221,14	8,79	49,21	29,36	20,43	
		Desviación estándar		9,984	1,051	6,375	4,601	4,327	
	MERCEDITAS	N	Válido	8	8	0	7	7	
			Perdidos	0	0	8	1	1	
		Media		222,13	9,38		23,57	15,71	
		Desviación estándar		10,412	,744		5,533	5,122	
	NÁUTICO	N	Válido	5	5	5	5	5	
			Perdidos	0	0	0	0	0	
		Media		229,20	9,60	41,60	27,20	20,60	
		Desviación estándar		6,181	,548	4,879	6,496	4,827	
34	COLEGIAL	N	Válido	6	6	6	6	6	
			Perdidos	0	0	0	0	0	
			Media		229,17	9,33	48,17	25,83	18,00
			Desviación estándar		8,448	1,033	7,195	3,817	5,762
	DEPORTIVO	N	Válido	17	17	17	17	17	
			Perdidos	0	0	0	0	0	
			Media		225,06	8,47	53,76	36,18	25,06
			Desviación estándar		9,017	,943	10,084	10,984	7,798
	MERCEDITAS	N	Válido	7	7	0	7	5	
			Perdidos	0	0	7	0	2	
			Media		230,71	9,14		25,00	17,60
			Desviación estándar		12,107	,900		2,944	3,912
	NÁUTICO	N	Válido	9	9	9	9	9	
			Perdidos	0	0	0	0	0	
			Media		232,44	9,89	47,67	32,11	22,33
			Desviación estándar		14,046	,333	4,664	5,278	2,500
35	CASTELLANOS	N	Válido	2	2	2	2	2	
			Perdidos	0	0	0	0	0	

		Media		240,00	9,50	42,00	25,50	17,00
		Desviación estándar		21,213	,707	,000	6,364	4,243
	COLEGIAL	N	Válido	10	10	10	10	10
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		240,70	9,50	53,10	32,10	21,90
		Desviación estándar		13,183	,850	11,827	5,446	4,886
		DEPORTIVO	N	Válido	12	12	11	11
	Perdidos			0	0	1	1	1
	Media			228,17	8,75	54,00	32,73	22,00
	Desviación estándar			8,255	1,138	3,578	4,519	6,181
	MERCEDITAS	N	Válido	11	11	0	11	11
			Perdidos	0	0	11	0	0
		Media		240,82	9,64		29,09	17,91
		Desviación estándar		9,261	,674		5,375	3,239
	NÁUTICO	N	Válido	9	9	9	9	9
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		241,67	9,89	49,44	32,11	24,00
		Desviación estándar		15,500	,601	5,659	3,655	3,162
36	CASTELLANOS	N	Válido	3	3	3	3	3
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		242,33	10,00	48,67	29,33	17,33
		Desviación estándar		13,650	,000	5,508	6,429	3,215
	COLEGIAL	N	Válido	10	10	10	10	10
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		251,90	9,80	48,80	33,10	22,60
		Desviación estándar		7,738	,632	4,662	3,814	4,169
	DEPORTIVO	N	Válido	14	14	14	14	14

		Desviación estándar	9,878	,577		7,874	3,775
	NÁUTICO	N	Válido	8	8	8	8
			Perdidos	0	0	0	0
		Media	255,25	10,00	53,75	33,75	23,88
		Desviación estándar	10,977	,000	2,712	4,166	2,416
38	CASTELLANOS	N	Válido	1	1	1	1
			Perdidos	0	0	0	0
		Media	281,00	10,00	55,00	37,00	22,00
		Desviación estándar	13,614	1,155	6,028	5,132	4,041
	COLEGIAL	N	Válido	3	3	3	3
			Perdidos	0	0	0	0
		Media	260,67	9,33	58,33	34,67	23,33
		Desviación estándar	11,967	1,033	10,539	4,875	5,382
	DEPORTIVO	N	Válido	6	6	6	6
			Perdidos	0	0	0	0
		Media	245,00	8,67	55,33	28,83	20,83
		Desviación estándar	13,051	,000		2,517	5,196
	MERCEDITAS	N	Válido	3	3	0	3
			Perdidos	0	0	3	0
		Media	253,67	10,00		38,33	25,00
		Desviación estándar	13,051	,000		2,517	5,196
NÁUTICO	N	Válido	1	1	1	1	
		Perdidos	0	0	0	0	
	Media	261,00	11,00	59,00	35,00	30,00	
39	COLEGIAL	N	Válido	5	5	5	5
			Perdidos	0	0	0	0
		Media	278,80	10,00	57,40	30,40	27,80
		Desviación estándar	9,066	1,732	4,669	11,149	3,033
	DEPORTIVO	N	Válido	2	2	2	2
			Perdidos	0	0	0	0

			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		266,50	8,00	54,50	28,00	14,50
		Desviación estándar		4,950	,000	6,364	1,414	4,950
	MERCEDITAS	N	Válido	1	1	0	1	1
			Perdidos	0	0	1	0	0
		Media		261,00	10,00		26,00	20,00
	NÁUTICO	N	Válido	5	5	5	5	5
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		276,00	10,80	58,80	38,40	26,80
		Desviación estándar		7,906	,447	7,328	5,128	1,304
40	DEPORTIVO	N	Válido	4	4	4	4	4
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		263,00	9,50	61,25	32,75	21,75
		Desviación estándar		7,257	,577	7,932	6,292	4,787
42	COLEGIAL	N	Válido	1	1	1	1	1
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		298,00	11,00	64,00	44,00	39,00
	DEPORTIVO	N	Válido	1	1	1	1	1
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		273,00	10,00	52,00	29,00	21,00
44	DEPORTIVO	N	Válido	1	1	1	1	1
			Perdidos	0	0	0	0	0
		Media		280,00	9,00	64,00	35,00	21,00

5.2.3. Objetivo 3: Comparación de las medidas interiores del calzado y las medidas del pie

Para dar respuesta a este objetivo, se ha realizado un análisis inferencial.

Tabla 21.- Descriptivos de las diferencias de las medidas entre calzado y pie

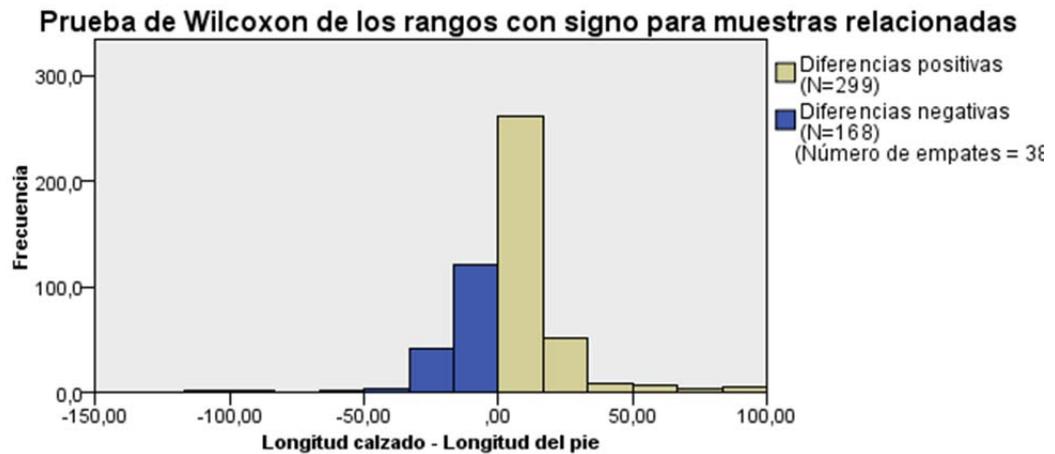
		Diferencia entre longitud calzado y pie	Diferencia entre anchura calzado y pie	Diferencia entre A1 calzado y pie	Diferencia entre A2 calzado y pie	Diferencia entre A3 calzado y pie
N	Válido	505	504	497	493	404
	Perdidos	0	1	8	12	101
Media		12,73	1,13	4,40	4,87	7,93
Desviación estándar		15,376	,900	3,762	4,126	6,344
Percentiles	25	4,00	,00	1,00	2,00	3,00
	50	8,00	1,00	4,00	4,00	6,00
	75	15,50	2,00	7,00	7,00	12,00

- A. Ajuste del calzado al pie en longitud.

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre Longitud del pie y Longitud calzado es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.



N total	505
Estadístico de contraste	69.644,000
Error estándar	2.916,884
Estadístico de contraste estandarizado	5,144
Significación asintótica (prueba bilateral)	,000

Gráfico 13.- Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas para la longitud

- I. Ajuste del calzado al pie en longitud por edad.

Tabla 23.- Descriptivos de la diferencia entre la longitud interior del calzado y del pie por edad cuando el calzado presenta mayor longitud que pie

3	N	Válido	47
		Perdidos	0
	Media		18,45
	Desviación estándar		24,107
	Percentiles	25	4,00
		50	9,00
		75	21,00

4	N	Válido	78
		Perdidos	0
	Media		9,31
	Desviación estándar		8,434
	Percentiles	25	2,75
		50	7,00
		75	14,00
5	N	Válido	79
		Perdidos	0
	Media		9,71
	Desviación estándar		8,469
	Percentiles	25	3,00
		50	7,00
		75	15,00
6	N	Válido	52
		Perdidos	0
	Media		16,04
	Desviación estándar		14,927
	Percentiles	25	6,00
		50	13,00
		75	20,00
7	N	Válido	53
		Perdidos	0
	Media		19,66
	Desviación estándar		21,903
	Percentiles	25	4,50
		50	12,00
		75	27,00

8	N	Válido	43
		Perdidos	0
	Media		15,21
	Desviación estándar		20,940
	Percentiles	25	5,00
		50	10,00
		75	15,00
9	N	Válido	45
		Perdidos	0
	Media		10,47
	Desviación estándar		14,450
	Percentiles	25	2,50
		50	6,00
		75	13,50
10	N	Válido	51
		Perdidos	0
	Media		10,25
	Desviación estándar		12,150
	Percentiles	25	3,00
		50	7,00
		75	13,00
11	N	Válido	45
		Perdidos	0
	Media		9,60
	Desviación estándar		6,538
	Percentiles	25	5,00
		50	7,00
		75	13,50

12	N	Válido	12
		Perdidos	0
	Media		9,25
	Desviación estándar		6,744
	Percentiles	25	5,25
		50	9,50
		75	10,75

Tabla 24.- Descriptivos de la diferencia entre la longitud interior del calzado y del pie por edad cuando el calzado presenta menor longitud que pie

3	N	Válido	23
		Perdidos	0
	Media		-15,39
	Desviación estándar		13,382
	Percentiles	25	-20,00
		50	-10,00
		75	-7,00
4	N	Válido	34
		Perdidos	0
	Media		-11,00
	Desviación estándar		8,998
	Percentiles	25	-14,75
		50	-8,00
		75	-4,00
5	N	Válido	34
		Perdidos	0
	Media		-11,82
	Desviación estándar		8,494
	Percentiles	25	-18,50

		50	-10,00
		75	-6,00
6	N	Válido	26
		Perdidos	0
	Media		-14,31
	Desviación estándar		8,250
	Percentiles	25	-20,00
		50	-13,50
		75	-7,00
7	N	Válido	9
		Perdidos	0
	Media		-18,78
	Desviación estándar		33,607
	Percentiles	25	-16,50
		50	-5,00
		75	-2,50
8	N	Válido	17
		Perdidos	0
	Media		-15,29
	Desviación estándar		19,147
	Percentiles	25	-17,50
		50	-10,00
		75	-5,50
9	N	Válido	11
		Perdidos	0
	Media		-10,55
	Desviación estándar		9,832
	Percentiles	25	-21,00

		50	-4,00
		75	-2,00
10	N	Válido	5
		Perdidos	0
	Media		-3,40
	Desviación estándar		,894
	Percentiles	25	-4,00
		50	-4,00
		75	-2,50
11	N	Válido	7
		Perdidos	0
	Media		-12,57
	Desviación estándar		10,064
	Percentiles	25	-24,00
		50	-8,00
		75	-5,00
12	N	Válido	2
		Perdidos	0
	Media		-5,50
	Desviación estándar		6,364
	Percentiles	25	-10,00
		50	-5,50
		75	.

- II. Ajuste del calzado al pie en longitud por sexo.

Tabla 25.- Descriptivos de la diferencia entre la longitud interior del calzado y del pie por sexo cuando el calzado tiene mayor longitud que el pie

Hombre	N	Válido	256
		Perdidos	0
	Media		13,72
	Desviación estándar		16,502
	Percentiles	25	4,00
		50	10,00
		75	17,00
Mujer	N	Válido	249
		Perdidos	0
	Media		11,71
	Desviación estándar		14,086
	Percentiles	25	4,00
		50	7,00
		75	15,00

Tabla 26.- Descriptivos de la diferencia entre la longitud interior del calzado y del pie por sexo cuando el calzado tiene menor longitud que el pie

Hombre	N	Válido	112
		Perdidos	0
	Media		-20,3214
	Desviación estándar		18,07901
	Percentiles	25	-25,0000
		50	-16,0000
		75	-7,0000

Mujer	N	Válido	125
		Perdidos	0
	Media		-16,8880
	Desviación estándar		13,45076
	Percentiles	25	-23,5000
		50	-14,0000
		75	-7,0000

- III. Ajuste del calzado al pie en longitud por centro escolar.

Tabla 27.- Descriptivos de la diferencia entre la longitud interior del calzado y del pie por centro escolar cuando el calzado tiene mayor longitud que el pie

CENTROREC			Diferencia entre longitud calzado y pie
ARGOTE	N	Válido	71
		Perdidos	0
	Media		9,20
	Desviación estándar		8,228
	Percentiles	25	3,00
		50	7,00
		75	14,00
BEATERIO SANTÍSIMA TRINIDAD	N	Válido	289
		Perdidos	0
	Media		9,37
	Desviación estándar		10,523
	Percentiles	25	3,00
		50	6,00
		75	11,50

CEIP MACARENA	N	Válido	145
		Perdidos	0
	Media		21,14
	Desviación estándar		21,749
	Mínimo		0
	Máximo		94
	Percentiles	25	7,00
		50	14,00
75		26,50	

Tabla 28.- Descriptivos de la diferencia entre la longitud interior del calzado y del pie por centro escolar cuando el calzado tiene menor longitud que el pie

ARGOTE	N	Válido	33
		Perdidos	0
	Media		-17,7879
	Desviación estándar		16,27836
	Percentiles	25	-22,0000
		50	-16,0000
		75	-7,0000
BEATERIO SANTÍSIMA TRINIDAD	N	Válido	119
		Perdidos	0
	Media		-15,3613
	Desviación estándar		11,70378
	Percentiles	25	-22,0000
		50	-13,0000
		75	-6,0000
CEIP MACARENA	N	Válido	85
		Perdidos	0
	Media		-23,2000

	Desviación estándar		19,42679
	Percentiles	25	-33,0000
		50	-18,0000
		75	-10,0000

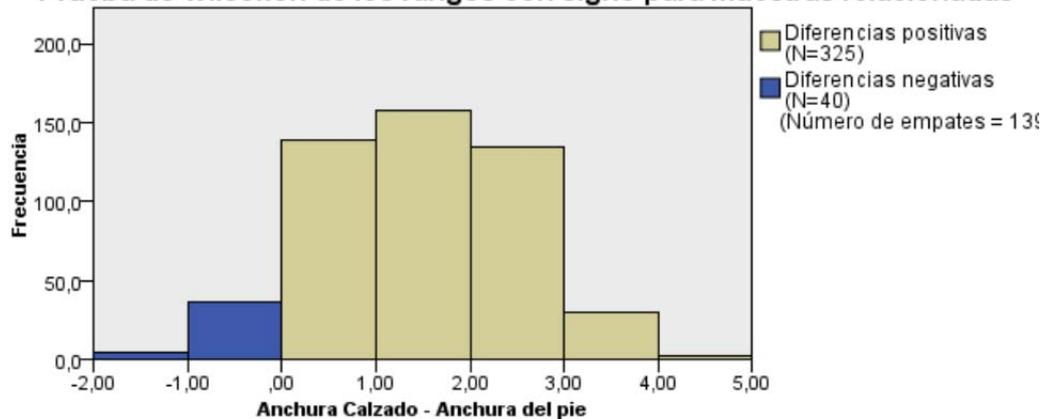
■ B. Ajuste del calzado al pie en la anchura metatarsal.

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
2	La distribución de Diferencia entre anchura calzado y pie es la misma entre las categorías de SEXOREC.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,012	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas



N total	504
Estadístico de contraste	62.229,000
Error estándar	1.964,767
Estadístico de contraste estandarizado	14,674
Significación asintótica (prueba bilateral)	,000

Gráfico 14.- Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas para la anchura metatarsal

Tabla 29.- Descriptivos de la anchura interior del calzado y del pie

		Estadísticos	
		Anchura Calzado	Anchura del pie
N	Válido	505	504
	Perdidos	0	1
Media		8,57	7,61
Desviación estándar		1,213	,913
Mínimo		5	6
Máximo		11	10
Percentiles	25	8,00	7,00
	50	8,00	8,00
	75	10,00	8,00

- I. Ajuste del calzado al pie en la anchura metatarsal por edad.

Tabla 30.- Descriptivos de la diferencia entre la anchura interior del calzado y del pie por edad cuando el calzado es más ancho que el pie

3	N	Válido	47
		Perdidos	0
	Media		,91
	Desviación estándar		,929
	Percentiles	25	,00
		50	1,00
		75	2,00
4	N	Válido	78
		Perdidos	0
	Media		,90
	Desviación estándar		,831
	Percentiles	25	,00
		50	1,00
		75	1,00

5	N	Válido	78
		Perdidos	1
	Media		,87
	Desviación estándar		,827
	Percentiles	25	,00
		50	1,00
		75	1,00
6	N	Válido	52
		Perdidos	0
	Media		1,10
	Desviación estándar		,891
	Percentiles	25	,00
		50	1,00
		75	2,00
7	N	Válido	53
		Perdidos	0
	Media		1,11
	Desviación estándar		,934
	Percentiles	25	,00
		50	1,00
		75	2,00
8	N	Válido	43
		Perdidos	0
	Media		1,51
	Desviación estándar		1,077
	Percentiles	25	1,00
		50	1,00
		75	2,00

9	N	Válido	45
		Perdidos	0
	Media		1,42
	Desviación estándar		,753
	Percentiles	25	1,00
		50	1,00
		75	2,00
10	N	Válido	51
		Perdidos	0
	Media		1,20
	Desviación estándar		,917
	Percentiles	25	,00
		50	1,00
		75	2,00
11	N	Válido	45
		Perdidos	0
	Media		1,44
	Desviación estándar		,755
	Percentiles	25	1,00
		50	2,00
		75	2,00
12	N	Válido	12
		Perdidos	0
	Media		1,50
	Desviación estándar		,798
	Percentiles	25	1,00
		50	1,50
		75	2,00

Tabla 31.- Descriptivos de la diferencia entre la anchura interior del calzado y del pie por edad cuando el calzado es más estrecho que el pie

3	N	Válido	3
		Perdidos	0
	Media		-1,3333
	Desviación estándar		,57735
	Mínimo		-2,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-2,0000
		50	-1,0000
		75	.
4	N	Válido	9
		Perdidos	0
	Media		-1,0000
	Desviación estándar		,00000
	Mínimo		-1,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000
5	N	Válido	6
		Perdidos	0
	Media		-1,1667
	Desviación estándar		,40825
	Mínimo		-2,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-1,2500
		50	-1,0000
		75	-1,0000

6	N	Válido	4
		Perdidos	0
	Media		-1,0000
	Desviación estándar		,00000
	Mínimo		-1,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000
7	N	Válido	4
		Perdidos	0
	Media		-1,0000
	Desviación estándar		,00000
	Mínimo		-1,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000
8	N	Válido	4
		Perdidos	0
	Media		-1,0000
	Desviación estándar		,00000
	Mínimo		-1,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000
9	N	Válido	5

		Perdidos	0
	Media		-1,2000
	Desviación estándar		,44721
	Mínimo		-2,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-1,5000
		50	-1,0000
		75	-1,0000
10	N	Válido	3
		Perdidos	0
	Media		-1,0000
	Desviación estándar		,00000
	Mínimo		-1,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000
11	N	Válido	2
		Perdidos	0
	Media		-1,5000
	Desviación estándar		,70711
	Mínimo		-2,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-2,0000
		50	-1,5000
		75	.

- II. Ajuste del calzado al pie en la anchura metatarsal por sexo.

Tabla 32.- Descriptivos de la diferencia entre la anchura interior del calzado y del pie por sexo cuando el calzado es más ancho que el pie

Hombre	N	Válido	256
		Perdidos	0
	Media		1,03
	Desviación estándar		,860
	Percentiles	25	,00
		50	1,00
		75	2,00
Mujer	N	Válido	248
		Perdidos	1
	Media		1,24
	Desviación estándar		,929
	Percentiles	25	1,00
		50	1,00
		75	2,00

Tabla 33.- Descriptivos de la diferencia entre la anchura interior del calzado y del pie por sexo cuando el calzado es más estrecho que el pie

Hombre	N	Válido	22
		Perdidos	0
	Media		-1,1818
	Desviación estándar		,39477
	Mínimo		-2,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000

		75	-1,0000
Mujer	N	Válido	18
		Perdidos	0
	Media		-1,0000
	Desviación estándar		,00000
	Mínimo		-1,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
75		-1,0000	

- III. Ajuste del calzado al pie en la anchura metatarsal por centro escolar.

Tabla 34.- Descriptivos de la diferencia entre la anchura interior del calzado y del pie por centro escolar cuando el calzado es más ancho que el pie

CENTRO			Diferencia entre anchura calzado y pie
ARGOTE	N	Válido	71
		Perdidos	0
	Media		,54
	Desviación estándar		,581
	Percentiles	25	,00
		50	,00
		75	1,00
BEATERIO SANTÍSIMA TRINIDAD	N	Válido	289
		Perdidos	0
	Media		1,63
	Desviación estándar		,771

	Percentiles	25	1,00
		50	2,00
		75	2,00
CEIP MACARENA	N	Válido	144
		Perdidos	1
	Media		,42
	Desviación estándar		,535
	Mínimo		0
	Máximo		2
	Percentiles	25	,00
		50	,00
75		1,00	

Tabla 35.- Descriptivos de la diferencia entre la anchura interior del calzado y del pie por centro escolar cuando el calzado es más estrecho que el pie

ARGOTE	N	Válido	8
		Perdidos	0
	Media		-1,0000
	Desviación estándar		,00000
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000
BEATERIO SANTÍSIMA TRINIDAD	N	Válido	8
		Perdidos	0
	Media		-1,1250
	Desviación estándar		,35355
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000

CEIP MACARENA	N	Válido	24
		Perdidos	0
	Media		-1,1250
	Desviación estándar		,33783
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000

Tabla 36.- Descriptivos de las diferencias en longitud y anchura del calzado y del pie por la categoría del centro educativo cuando el calzado presenta mayores dimensiones que el pie

CENTRODICC			Diferencia entre longitud calzado y pie	Diferencia entre anchura calzado y pie
Público	N	Válido	216	215
		Perdidos	0	1
	Media		17,22	,46
	Desviación estándar		19,249	,553
	Percentiles	25	6,00	,00
		50	12,00	,00
		75	20,00	1,00
Concertado	N	Válido	289	289
		Perdidos	0	0
	Media		9,37	1,63
	Desviación estándar		10,523	,771
	Percentiles	25	3,00	1,00
		50	6,00	2,00
		75	11,50	2,00

■ C. Ajuste del calzado al pie en alturas.

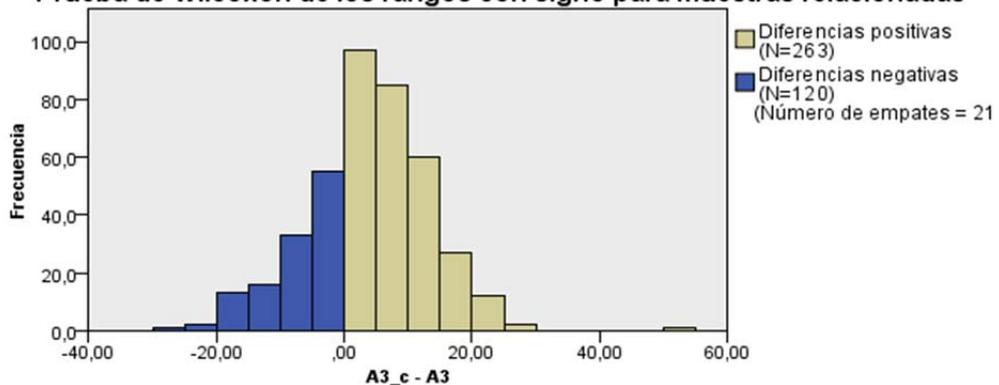
Se definen tres Alturas a nivel del dorso del pie y se comparan con las Alturas interiores del calzado a nivel de la pala .A₁ es la altura a nivel de la articulación ITF; A₂ corresponde a la altura a nivel de la articulación MTF y A₃ hace referencia a la mayor altura a nivel de las cuñas, generalmente la segunda cuña.

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre A3 y A3_c es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas



N total	404
Estadístico de contraste	51.799,000
Error estándar	2.166,847
Estadístico de contraste estandarizado	6,937
Significación asintótica (prueba bilateral)	,000

Gráfico 15.- Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas para A₃

Tabla 37.- Descriptivos de la altura A_{3_c} (interior del calzado) y la altura A₃ del pie

		Estadísticos	
		A _{3_c}	A ₃
N	Válido	405	504
	Perdidos	100	1
Media		46,53	43,14
Desviación estándar		10,014	7,469
Mínimo		16	15
Máximo		82	72
Percentiles	25	41,00	39,00
	50	47,00	43,00
	75	53,00	48,00

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre A ₂ y A _{2_c} es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas	,210	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Gráfico 16.- Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas para A₂.**Tabla 38.-** Descriptivos de la altura A_{2_c} (interior del calzado) y la altura A₂ del pie.

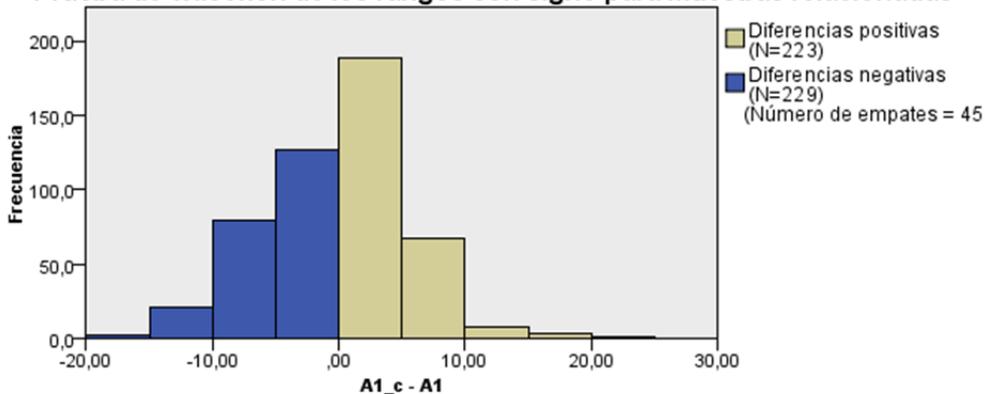
		Estadísticos	
		A _{2_c}	A ₂
N	Válido	494	504
	Perdidos	11	1
Media		26,10	26,60
Desviación estándar		7,540	5,129
Mínimo		7	9
Máximo		69	53
Percentiles	25	21,00	23,00
	50	26,00	26,00
	75	31,00	30,00

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de las diferencias entre A1 y A1_c es igual a 0.	Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas	,033	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas



N total	497
Estadístico de contraste	45.289,500
Error estándar	2.773,368
Estadístico de contraste estandarizado	-2,127
Significación asintótica (prueba bilateral)	,033

Gráfico 17.- Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas para A₁

Tabla 39.- Descriptivos de la altura A1_c (interior del calzado) y la altura A1 del pie

		Estadísticos	
		A1_c	A1
N	Válido	498	504
	Perdidos	7	1
Media		17,59	18,26
Desviación estándar		6,036	3,980
Mínimo		2	6
Máximo		44	42
Percentiles	25	14,00	16,00
	50	18,00	18,00
	75	21,00	21,00

- I. Diferencias de alturas por edad.

Tabla 40.- Descriptivos de la diferencia entre la altura interior del calzado y del pie por edad cuando el calzado tiene mayor altura en los diferentes niveles del dorso del pie

Edad(años)			Diferencia entre A1 calzado y pie	Diferencia entre A2 calzado y pie	Diferencia entre A3 calzado y pie
3	N	Válido	46	45	35
		Perdidos	1	2	12
	Media		4,24	5,24	10,00
	Desviación estándar		3,504	4,503	6,660
	Percentiles	25	1,00	1,50	3,00
		50	3,50	4,00	11,00
		75	7,00	8,50	14,00
4	N	Válido	78	77	66
		Perdidos	0	1	12
	Media		4,54	4,83	8,86
	Desviación estándar		3,792	3,840	6,174
	Percentiles	25	1,75	2,00	4,00
		50	4,00	4,00	7,00
		75	7,00	7,50	14,00

5	N	Válido	79	77	69
		Perdidos	0	2	10
	Media		4,00	5,00	7,88
	Desviación estándar		3,490	3,752	5,756
	Percentiles	25	1,00	2,00	3,00
		50	3,00	4,00	7,00
		75	6,00	7,00	12,00
6	N	Válido	52	51	43
		Perdidos	0	1	9
	Media		5,13	6,33	9,74
	Desviación estándar		4,149	4,398	6,455
	Percentiles	25	2,00	2,00	5,00
		50	3,50	6,00	8,00
		75	9,00	9,00	15,00
7	N	Válido	50	49	37
		Perdidos	3	4	16
	Media		5,58	5,00	7,62
	Desviación estándar		3,535	4,632	5,619
	Percentiles	25	3,00	2,00	4,00
		50	5,50	4,00	5,00
		75	8,00	7,00	12,50
8	N	Válido	40	42	35
		Perdidos	3	1	8
	Media		5,40	4,86	7,06
	Desviación estándar		5,217	4,404	6,633
	Percentiles	25	2,00	1,75	2,00
		50	4,00	3,50	5,00
		75	7,75	7,00	9,00

9	N	Válido	44	44	35
		Perdidos	1	1	10
	Media		4,41	3,75	4,91
	Desviación estándar		3,520	3,792	4,774
	Percentiles	25	1,25	1,00	1,00
		50	4,00	2,00	3,00
		75	6,00	6,75	7,00
10	N	Válido	51	51	37
		Perdidos	0	0	14
	Media		3,63	4,29	6,11
	Desviación estándar		3,600	4,066	6,118
	Percentiles	25	1,00	1,00	1,00
		50	2,00	3,00	4,00
		75	5,00	7,00	10,00
11	N	Válido	45	45	37
		Perdidos	0	0	8
	Media		2,96	4,64	8,35
	Desviación estándar		2,246	4,243	8,307
	Percentiles	25	1,00	2,00	4,50
		50	2,00	4,00	6,00
		75	5,00	6,00	10,00
12	N	Válido	12	12	10
		Perdidos	0	0	2
	Media		4,08	3,67	7,10
	Desviación estándar		4,010	2,188	4,175
	Percentiles	25	1,00	2,00	3,75
		50	2,50	3,50	6,50
		75	7,00	4,75	9,25

Tabla 41.- Descriptivos de la diferencia entre la altura interior del calzado y del pie por edad cuando el calzado tiene menor altura en los diferentes niveles del dorso del pie

			Diferencia entre A3 calzado y pie por edad	Diferencia entre A2 calzado y pie por edad	Diferencia entre A1 calzado y pie por edad
3	N	Válido	3	9	8
		Perdidos	0	0	0
	Media		-5,6667	-3,7778	-4,1250
	Desviación estándar		6,42910	2,81859	2,90012
	Percentiles	25	-13,0000	-6,0000	-7,5000
		50	-3,0000	-3,0000	-3,5000
		75	.	-1,0000	-1,2500
4	N	Válido	16	25	21
		Perdidos	0	0	0
	Media		-6,9375	-4,0800	-4,0000
	Desviación estándar		4,73946	3,21351	2,64575
	Percentiles	25	-11,0000	-5,0000	-5,0000
		50	-6,0000	-3,0000	-4,0000
		75	-3,0000	-2,0000	-2,0000
5	N	Válido	16	27	23
		Perdidos	0	0	0
	Media		-6,8125	-5,2963	-4,0435
	Desviación estándar		4,21456	3,95955	2,85208
	Percentiles	25	-9,7500	-8,0000	-6,0000
		50	-6,5000	-4,0000	-4,0000
		75	-3,2500	-2,0000	-1,0000
6	N	Válido	8	27	26
		Perdidos	0	0	0

	Media		-14,1250	-7,5556	-6,8846
	Desviación estándar		7,93613	4,70134	4,44816
	Percentiles	25	-20,0000	-12,0000	10,0000
		50	-16,0000	-7,0000	-7,0000
		75	-6,5000	-3,0000	-2,0000
7	N	Válido	12	29	33
		Perdidos	0	0	0
	Media		-6,0000	-5,4138	-6,5152
	Desviación estándar		3,56753	3,95977	3,34590
	Percentiles	25	-8,5000	-7,0000	-9,0000
		50	-5,0000	-5,0000	-7,0000
		75	-3,2500	-2,5000	-4,0000
8	N	Válido	9	12	13
		Perdidos	0	0	0
	Media		-5,5556	-5,7500	-4,1538
	Desviación estándar		4,36208	4,51513	4,91335
	Percentiles	25	-6,0000	-7,0000	-6,0000
		50	-6,0000	-4,5000	-2,0000
		75	-2,5000	-3,0000	-1,5000
9	N	Válido	9	16	18
		Perdidos	0	0	0
	Media		-5,6667	-3,5625	-3,3889
	Desviación estándar		4,84768	4,21060	2,00408
	Percentiles	25	-10,0000	-3,7500	-5,0000
		50	-4,0000	-2,0000	-3,0000
		75	-1,5000	-1,0000	-1,7500
10	N	Válido	8	18	21
		Perdidos	0	0	0

	Media		-3,5000	-4,9444	-4,4762	
	Desviación estándar		3,16228	3,87256	3,18777	
	Percentiles	25	-5,5000	-7,0000	-5,5000	
		50	-2,5000	-4,0000	-4,0000	
		75	-1,0000	-2,0000	-2,0000	
11	N	Válido	8	11	9	
		Perdidos	0	0	0	
	Media		-5,5000	-4,3636	-3,5556	
	Desviación estándar		3,02372	2,80260	2,24227	
	Percentiles	25		-8,7500	-6,0000	-5,5000
		50		-5,5000	-4,0000	-3,0000
		75		-3,0000	-3,0000	-1,5000
12	N	Válido		2	1	
		Perdidos		0	0	
	Media			-5,5000	-10,0000	
	Desviación estándar			2,12132	-10,0000	
	Percentiles	25			-7,0000	-10,0000
		50			-5,5000	-10,0000
		75				

- II. Diferencias de alturas por sexo.

Tabla 42.- Descriptivos de la diferencia entre la altura interior del calzado y del pie por sexo cuando el calzado tiene mayor altura en los diferentes niveles del dorso del pie

SEXOREC			Diferencia entre A1 calzado y pie	Diferencia entre A2 calzado y pie	Diferencia entre A3 calzado y pie
Hombre	N	Válido	254	254	253
		Perdidos	2	2	3
	Media		4,37	4,81	8,07
	Desviación estándar		3,679	4,266	6,046
	Percentiles	25	1,00	1,00	3,00
		50	4,00	4,00	6,00
		75	7,00	7,00	13,00
Mujer	N	Válido	243	239	151
		Perdidos	6	10	98
	Media		4,43	4,94	7,71
	Desviación estándar		3,855	3,979	6,829
	Percentiles	25	1,00	2,00	3,00
		50	3,00	4,00	6,00
		75	7,00	7,00	11,00

Tabla 43.- Descriptivos de la diferencia entre la altura interior del calzado y del pie por sexo cuando el calzado tiene menor altura en los diferentes niveles del dorso del pie.

			Diferencia entre A3 calzado y pie por sexo	Diferencia entre A2 calzado y pie por sexo	Diferencia entre A1 calzado y pie por sexo
Hombre	N	Válido	62	89	82
		Perdidos	0	0	0
	Media		-7,1129	4,4494	4,8415
	Desviación estándar		5,32272	3,57393	3,42997
	Percentiles	25	-10,0000	6,0000	7,0000
		50	-5,5000	4,0000	-4,0000
		75	-3,0000	1,5000	-2,0000
Mujer	N	Válido	27	87	91
		Perdidos	0	0	0
	Media		-5,7037	-5,9540	-5,0330
	Desviación estándar		4,56420	4,30497	3,64981
	Percentiles	25	-7,0000	9,0000	-7,0000
		50	-5,0000	-5,0000	-4,0000
		75	-2,0000	-3,0000	-2,0000

- III. Diferencias de alturas por edad.

Tabla 44.- Descriptivos de la diferencia entre la altura interior del calzado y del pie por centro escolar cuando el calzado tiene mayor altura en los diferentes niveles del dorso del pie.

CENTROREC			Dif. entre A1 calzado y pie	Dif. entre A2 calzado y pie	Dif. entre A3 calzado y pie
ARGOTE	N	Válido	71	67	63
		Perdidos	0	4	8
	Media		3,13	3,75	5,54
	Desviación estándar		2,688	2,318	4,700
	Percentiles	25	1,00	2,00	2,00
		50	3,00	4,00	4,00
		75	4,00	5,00	8,00
BEATERIO SANTÍSIMA TRINIDAD	N	Válido	282	285	204
		Perdidos	7	4	85
	Media		5,39	5,55	6,84
	Desviación estándar		4,197	4,601	6,674
	Percentiles	25	2,00	2,00	2,00
		50	5,00	4,00	5,00
		75	8,25	8,00	9,00
CEIP MACARENA	N	Válido	144	141	137
		Perdidos	1	4	8
	Media		3,10	4,03	10,66
	Desviación estándar		2,552	3,474	5,544
	Mínimo		0	0	0
	Máximo		12	21	29
	Percentiles	25	1,00	1,00	6,00
50		3,00	3,00	10,00	
75		4,00	6,00	14,00	

Tabla 45.- Descriptivos de la diferencia entre la altura interior del calzado y del pie por centro escolar cuando el calzado tiene menor altura en los diferentes niveles del dorso del pie

			Diferencia entre A1 calzado y pie	Diferencia entre A2 calzado y pie	Diferencia entre A3 calzado y pie
ARGOTE	N	Válido	28	28	24
		Perdidos	0	0	0
	Media		-3,6429	-3,7500	-5,9167
	Desviación estándar		3,06974	2,11914	4,08514
	Percentiles	25	-4,0000	-5,0000	-8,7500
		50	-3,0000	-4,0000	-5,0000
		75	-1,2500	-2,0000	-3,0000
BEATERIO SANTÍSIMA TRINIDAD	N	Válido	96	85	53
		Perdidos	0	0	0
	Media		-5,9583	-6,4706	-7,1321
	Desviación estándar		3,79450	4,66902	5,61262
	Percentiles	25	-8,7500	-9,0000	-10,5000
		50	-6,0000	-5,0000	-5,0000
		75	-2,2500	-3,0000	-3,0000
CEIP MACARENA	N	Válido	49	63	12
		Perdidos	0	0	0
	Media		-3,6939	-4,1111	-6,2500
	Desviación estándar		2,53479	3,09584	4,84534
	Percentiles	25	-5,5000	-7,0000	-9,7500
		50	-3,0000	-3,0000	-4,5000
		75	-1,5000	-1,0000	-3,0000

5.2.4. Objetivo 4: Determinar el ajuste en longitud y anchura del calzado al pie del escolar en función de la fórmula digital

Tabla 46.- Descriptivos de la fórmula digital por sexo

			SEXO		Total
			Hombre	Mujer	
Fórmula Digital	P. CUADRADO	Recuento	67	66	133
		% dentro de SEXOREC	26,3%	26,5%	26,4%
	P. EGIPCIO	Recuento	79	95	174
		% dentro de SEXOREC	31,0%	38,2%	34,5%
	P. GRIEGO	Recuento	109	88	197
		% dentro de SEXOREC	42,7%	35,3%	39,1%
Total	Recuento	255	249	504	
	% dentro de SEXOREC	100,0%	100,0%	100,0%	

■ A. Ajuste en longitud.

Tabla 47.- Descriptivos de la fórmula digital y el ajuste del calzado al pie en longitud cuando el calzado presenta mayor longitud que el pie

P. Cuadrado	N	Válido	133
		Perdidos	0
	Media	9,55	
	Percentiles	25	4,00
		50	7,00
		75	13,00
Desviación estándar	9,964		
P. Egipcio	N	Válido	174
		Perdidos	0
	Media	14,27	
	Percentiles	25	4,00
		50	8,50

		75	18,25
	Desviación estándar		18,231
P. Griego	N	Válido	197
		Perdidos	0
	Media		13,53
	Percentiles	25	3,00
		50	10,00
		75	18,50
	Desviación estándar		15,427

Tabla 48.- Descriptivos de la fórmula digital y el ajuste del calzado al pie en longitud cuando el calzado presenta menor longitud que el pie

P. Cuadrado	N	Válido	63
		Perdidos	0
	Media		-15,2857
	Desviación estándar		12,64711
	Mínimo		-52,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-23,0000
		50	-11,0000
		75	-5,0000
P. Egipcio	N	Válido	81
		Perdidos	0
	Media		-18,2840
	Desviación estándar		15,52758
	Mínimo		-86,00
	Máximo		-1,00
	Percentiles	25	-24,5000
		50	-15,0000

		75	-7,0000
P. Griego	N	Válido	93
		Perdidos	0
		Media	-20,8925
		Desviación estándar	17,76015
		Mínimo	-85,00
		Máximo	-1,00
	Percentiles	25	-26,0000
		50	-17,0000
		75	-9,5000

■ B. Ajuste en anchura.

Tabla 49.- Descriptivos de la fórmula digital y el ajuste del calzado al pie en anchura cuando el calzado es más ancho que el pie

P. Cuadrado	N	Válido	133
		Perdidos	0
		Media	1,18
	Percentiles	25	1,00
		50	1,00
		75	2,00
		Desviación estándar	,886
P. Egipcio	N	Válido	173
		Perdidos	1
		Media	1,12
	Percentiles	25	,00
		50	1,00
		75	2,00
		Desviación estándar	,910
P. Griego	N	Válido	197

		Perdidos	0
	Media		1,11
	Percentiles	25	,00
		50	1,00
		75	2,00
	Desviación estándar		,906

Tabla 50.- Descriptivos de la fórmula digital y el ajuste del calzado al pie en anchura cuando el calzado es más estrecho que el pie.

P. Cuadrado	N	Válido	12
		Perdidos	0
	Media		-1,0833
	Desviación estándar		,28868
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000
P. Egipcio	N	Válido	14
		Perdidos	0
	Media		-1,0714
	Desviación estándar		,26726
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000
		75	-1,0000
P. Griego	N	Válido	14
		Perdidos	0
	Media		-1,1429
	Desviación estándar		,36314
	Percentiles	25	-1,0000
		50	-1,0000

		75	-1,0000
--	--	----	---------

5.2.5. Objetivo 5: Comprobar si la talla en el sistema de numeración europeo coincide con la longitud interior en todos los calzados

Tabla 51.- Descriptivos de la talla del calzado y las medidas interiores de la longitud del calzado y el pie

Talla_Calzado			Long_(mm)_puntos_de_Paris	Longitud calzado
24	N	Válido	7	7
		Perdidos	0	0
	Media		160,00	167,71
	Desviación estándar		,000	32,014
	Percentiles	25	160,00	153,00
		50	160,00	156,00
		75	160,00	160,00
25	N	Válido	15	15
		Perdidos	0	0
	Media		166,00	177,07
	Desviación estándar		,000	27,510
	Percentiles	25	166,00	160,00
		50	166,00	166,00
		75	166,00	173,00
26	N	Válido	41	41
		Perdidos	0	0
	Media		173,00	174,10
	Desviación estándar		,000	18,288
	Percentiles	25	173,00	166,00
		50	173,00	169,00
		75	173,00	179,50

27	N	Válido	38	38
		Perdidos	0	0
	Media		180,00	176,05
	Desviación estándar		,000	8,140
	Percentiles	25	180,00	172,75
		50	180,00	176,50
		75	180,00	180,00
28	N	Válido	44	44
		Perdidos	0	0
	Media		186,00	181,48
	Desviación estándar		,000	9,473
	Percentiles	25	186,00	175,00
		50	186,00	180,00
		75	186,00	186,00
29	N	Válido	36	36
		Perdidos	0	0
	Media		193,00	191,83
	Desviación estándar		,000	19,713
	Percentiles	25	193,00	180,00
		50	193,00	186,00
		75	193,00	193,00
30	N	Válido	34	34
		Perdidos	0	0
	Media		200,00	194,09
	Desviación estándar		,000	15,803
	Percentiles	25	200,00	185,00
		50	200,00	192,50
		75	200,00	196,00

31	N	Válido	24	24
		Perdidos	0	0
	Media		206,00	201,96
	Desviación estándar		,000	16,454
	Percentiles	25	206,00	193,00
		50	206,00	200,00
		75	206,00	205,75
32	N	Válido	37	37
		Perdidos	0	0
	Media		213,00	214,22
	Desviación estándar		,000	21,682
	Percentiles	25	213,00	200,00
		50	213,00	212,00
		75	213,00	225,50
33	N	Válido	42	42
		Perdidos	0	0
	Media		220,00	219,05
	Desviación estándar		,000	19,613
	Percentiles	25	220,00	212,75
		50	220,00	221,00
		75	220,00	230,00
34	N	Válido	39	39
		Perdidos	0	0
	Media		226,00	228,41
	Desviación estándar		,000	10,874
	Percentiles	25	226,00	220,00
		50	226,00	225,00
		75	226,00	238,00

35	N	Válido	44	44
		Perdidos	0	0
	Media		233,00	237,48
	Desviación estándar		,000	12,742
	Percentiles	25	233,00	226,50
		50	233,00	235,00
		75	233,00	249,50
36	N	Válido	39	39
		Perdidos	0	0
	Media		240,00	246,31
	Desviación estándar		,000	10,546
	Percentiles	25	240,00	240,00
		50	240,00	242,00
		75	240,00	256,00
37	N	Válido	26	26
		Perdidos	0	0
	Media		246,00	252,08
	Desviación estándar		,000	11,990
	Percentiles	25	246,00	242,25
		50	246,00	251,00
		75	246,00	262,50
38	N	Válido	14	14
		Perdidos	0	0
	Media		253,00	253,93
	Desviación estándar		,000	14,741
	Percentiles	25	253,00	244,50
		50	253,00	254,00
		75	253,00	262,25

39	N	Válido	13	13
		Perdidos	0	0
	Media		260,00	274,46
	Desviación estándar		,000	9,207
	Percentiles	25	260,00	268,00
		50	260,00	271,00
		75	260,00	283,00
40	N	Válido	4	4
		Perdidos	0	0
	Media		266,00	263,00
	Desviación estándar		,000	7,257
	Percentiles	25	266,00	257,00
		50	266,00	261,50
		75	266,00	270,50
42	N	Válido	2	2
		Perdidos	0	0
	Media		280,00	285,50
	Desviación estándar		,000	17,678
	Percentiles	25	280,00	273,00
		50	280,00	285,50
		75	280,00	.
44	N	Válido	1	1
		Perdidos	0	0
	Media		293,00	280,00
	Percentiles	25	293,00	280,00
		50	293,00	280,00
		75	293,00	280,00

5.2.6. Objetivo 6: Determinar la curva de crecimiento de la longitud y anchura del pie en función de la edad y el sexo

Tabla 52.- Descriptivos de la longitud del pie en función de la edad y el sexo

3	Hombre	N	Válido	28
			Perdidos	0
		Media		179,1429
		Desviación estándar		21,54704
		Mínimo		146,00
		Máximo		231,00
		Percentiles	25	165,2500
	50		173,0000	
	75		198,2500	
	Mujer	N	Válido	19
			Perdidos	0
		Media		169,0526
		Desviación estándar		8,40287
		Mínimo		153,00
Máximo		182,00		
Percentiles		25	161,0000	
	50	170,0000		
	75	175,0000		
4	Hombre	N	Válido	44
			Perdidos	0
		Media		179,8409
		Desviación estándar		14,32991
		Mínimo		155,00
		Máximo		233,00
		Percentiles	25	170,0000

			50	180,0000
			75	188,2500
	Mujer	N	Válido	34
			Perdidos	0
		Media		177,3824
		Desviación estándar		13,41870
		Mínimo		158,00
		Máximo		206,00
		Percentiles	25	166,0000
			50	174,5000
			75	190,0000
5		Hombre	N	Válido
	Perdidos			0
	Media		189,3721	
	Desviación estándar		19,35634	
	Mínimo		165,00	
	Máximo		295,00	
	Percentiles		25	180,0000
			50	186,0000
			75	196,0000
	Mujer		N	Válido
		Perdidos		0
		Media		186,6111
		Desviación estándar		11,86418
		Mínimo		160,00
Máximo		210,00		
Percentiles		25	180,0000	
		50	186,0000	

			75	195,7500
6	Hombre	N	Válido	25
			Perdidos	0
		Media		200,5200
		Desviación estándar		12,79036
		Mínimo		180,00
		Máximo		233,00
		Percentiles	25	193,0000
	50		200,0000	
	75		207,0000	
	Mujer	N	Válido	27
			Perdidos	0
		Media		192,2593
		Desviación estándar		19,13835
		Mínimo		140,00
Máximo		228,00		
Percentiles		25	180,0000	
	50	190,0000		
	75	206,0000		
7	Hombre	N	Válido	25
			Perdidos	0
		Media		211,6000
		Desviación estándar		23,25403
		Mínimo		153,00
		Máximo		270,00
		Percentiles	25	207,5000
			50	212,0000
75	223,0000			

	Mujer	N	Válido	28	
			Perdidos	0	
		Media			207,7500
		Desviación estándar			19,78144
		Mínimo			173,00
		Máximo			260,00
		Percentiles	25	197,2500	
			50	207,5000	
			75	218,0000	
		8	Hombre	N	Válido
Perdidos	0				
Media				216,0000	
Desviación estándar				25,69504	
Mínimo				146,00	
Máximo				249,00	
Percentiles	25			212,7500	
	50		223,5000		
	75		230,0000		
Mujer	N		Válido	25	
			Perdidos	0	
	Media			230,1200	
	Desviación estándar			18,94800	
	Mínimo			206,00	
	Máximo			299,00	
	Percentiles	25	219,0000		
50		225,0000			
75		236,5000			
9	Hombre	N	Válido	21	

			Perdidos	0
		Media		229,0952
		Desviación estándar		19,91207
		Mínimo		160,00
		Máximo		253,00
		Percentiles	25	221,0000
			50	234,0000
			75	242,0000
	Mujer	N	Válido	24
			Perdidos	0
		Media		226,4583
		Desviación estándar		10,88269
		Mínimo		212,00
		Máximo		245,00
		Percentiles	25	215,5000
			50	226,5000
			75	237,0000
10	Hombre	N	Válido	22
			Perdidos	0
		Media		237,0909
		Desviación estándar		21,98248
		Mínimo		166,00
		Máximo		266,00
		Percentiles	25	225,2500
	50		239,5000	
	75		250,7500	
		Mujer	N	Válido
	Perdidos			0

		Media		234,7586
		Desviación estándar		16,54789
		Mínimo		203,00
		Máximo		273,00
		Percentiles	25	226,0000
			50	239,0000
			75	245,0000
11	Hombre	N	Válido	25
			Perdidos	0
		Media		250,9200
		Desviación estándar		15,30229
		Mínimo		225,00
		Máximo		275,00
		Percentiles	25	238,5000
	50		249,0000	
	75		261,5000	
	Mujer	N	Válido	20
			Perdidos	0
		Media		249,6500
		Desviación estándar		10,82529
		Mínimo		229,00
Máximo			269,00	
Percentiles		25	240,2500	
	50	250,0000		
	75	259,7500		
12	Hombre	N	Válido	5
			Perdidos	0
		Media		255,8000

		Desviación estándar		15,84929	
		Mínimo		232,00	
		Máximo		270,00	
		Percentiles	25	241,0000	
			50	257,0000	
			75	270,0000	
		Mujer	N	Válido	7
				Perdidos	0
			Media		251,1429
	Desviación estándar		10,96097		
	Mínimo		235,00		
	Máximo		266,00		
	Percentiles	25	241,0000		
		50	250,0000		
		75	260,0000		

Tabla 53.- Descriptivos de la anchura del pie en función de la edad y el sexo

Estadísticos				
3	Hombre	N	Válido	5
			Perdidos	0
		Media		6,60
		Desviación estándar		,548
		Percentiles	25	6,00
			50	7,00
	75		7,00	
	Mujer	N	Válido	3
			Perdidos	0

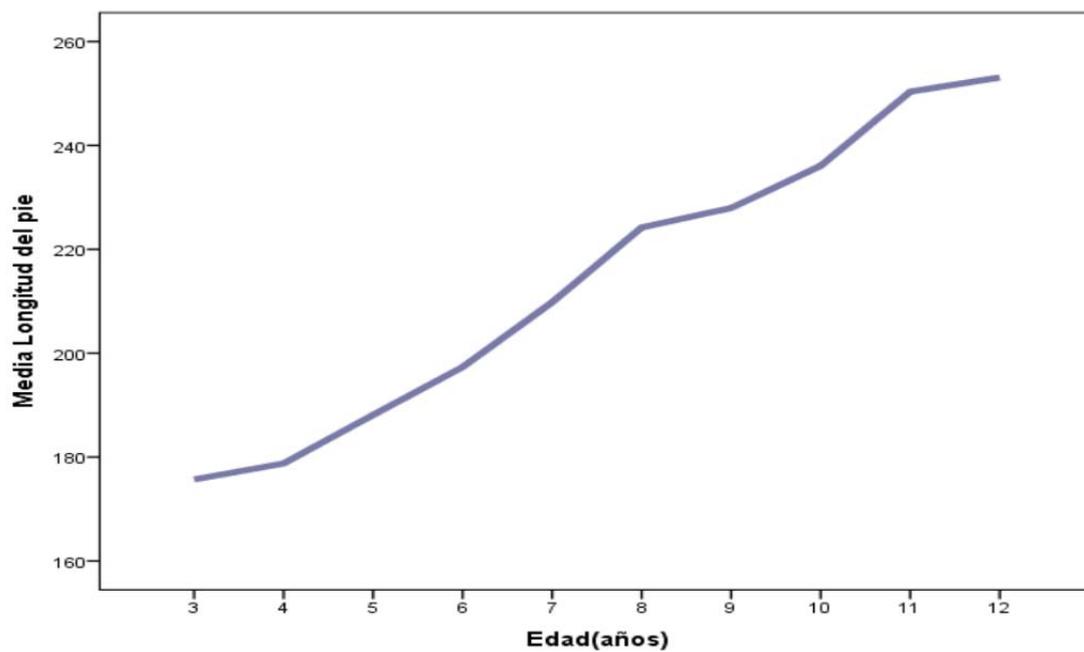
		Media		7,67
		Desviación estándar		1,155
		Percentiles	25	7,00
			50	7,00
			75	.
4	Hombre	N	Válido	13
			Perdidos	0
		Media		7,23
		Desviación estándar		,599
		Percentiles	25	7,00
			50	7,00
			75	8,00
	Mujer	N	Válido	8
			Perdidos	0
		Media		7,00
		Desviación estándar		,535
		Percentiles	25	7,00
			50	7,00
			75	7,00
5	Hombre	N	Válido	11
			Perdidos	0
		Media		7,73
		Desviación estándar		,786
		Percentiles	25	7,00
			50	8,00
			75	8,00
	Mujer	N	Válido	12
			Perdidos	0

		Media		7,08
		Desviación estándar		,669
		Percentiles	25	7,00
			50	7,00
			75	7,75
6	Hombre	N	Válido	12
			Perdidos	0
		Media		7,50
		Desviación estándar		,674
		Percentiles	25	7,00
			50	8,00
	75		8,00	
	Mujer	N	Válido	14
			Perdidos	0
		Media		7,36
		Desviación estándar		,745
		Percentiles	25	7,00
50			7,00	
75	8,00			
7	Hombre	N	Válido	17
			Perdidos	0
		Media		7,88
		Desviación estándar		,332
		Percentiles	25	8,00
			50	8,00
	75		8,00	
	Mujer	N	Válido	16
			Perdidos	0

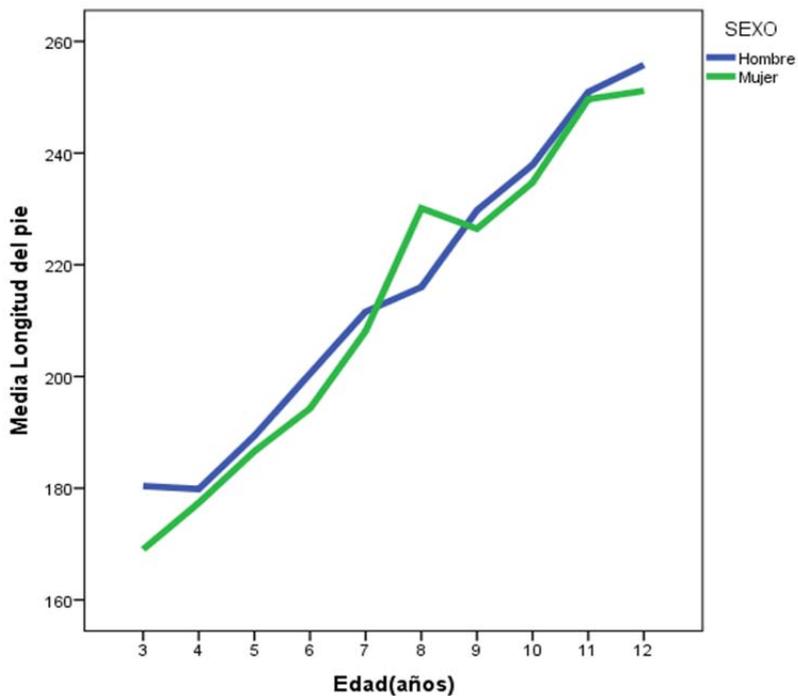
		Media		7,69
		Desviación estándar		1,014
		Percentiles	25	7,00
			50	7,50
			75	8,00
8	Hombre	N	Válido	5
			Perdidos	0
		Media		7,60
		Desviación estándar		,548
		Percentiles	25	7,00
			50	8,00
	75		8,00	
	Mujer	N	Válido	8
			Perdidos	0
		Media		8,00
		Desviación estándar		,756
		Percentiles	25	7,25
			50	8,00
75			8,75	
9	Hombre	N	Válido	7
			Perdidos	0
		Media		8,43
		Desviación estándar		,787
		Percentiles	25	8,00
			50	9,00
	75		9,00	
	Mujer	N	Válido	11
			Perdidos	0

		Media		7,91
		Desviación estándar		,302
		Percentiles	25	8,00
			50	8,00
			75	8,00
10	Hombre	N	Válido	7
			Perdidos	0
		Media		8,57
		Desviación estándar		,976
		Percentiles	25	8,00
			50	9,00
			75	9,00
	Mujer	N	Válido	14
			Perdidos	0
		Media		8,14
		Desviación estándar		,770
		Percentiles	25	8,00
			50	8,00
			75	8,25
11	Hombre	N	Válido	5
			Perdidos	0
		Media		8,40
		Desviación estándar		,548
		Percentiles	25	8,00
			50	8,00
			75	9,00
	Mujer	N	Válido	4
			Perdidos	0

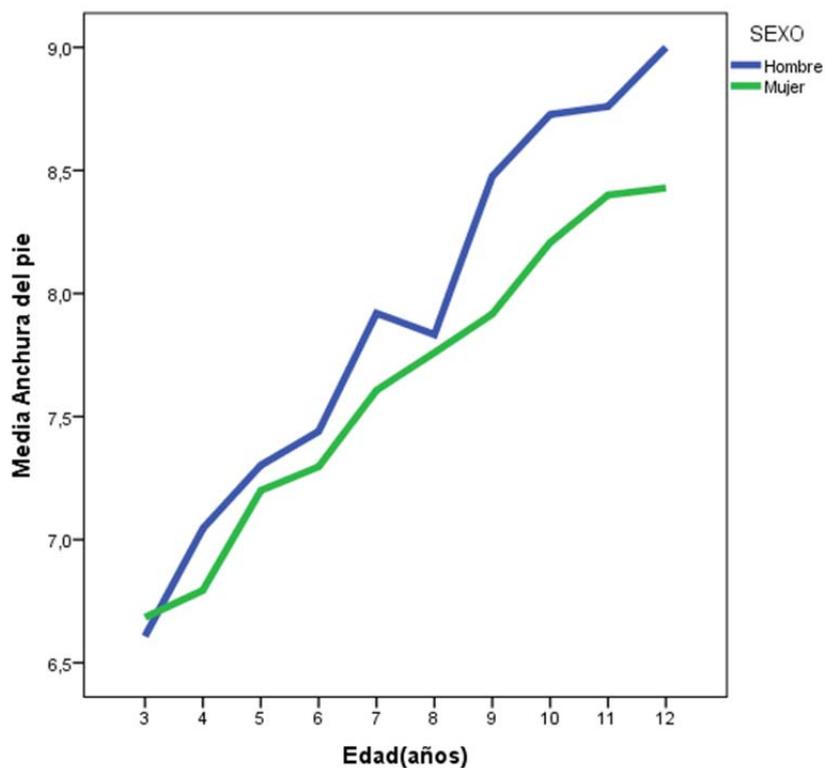
		Media		8,25
		Desviación estándar		,500
		Percentiles	25	8,00
			50	8,00
			75	8,75
12	Mujer	N	Válido	1
			Perdidos	0
		Media		9,00
		Percentiles	25	9,00
			50	9,00
			75	9,00



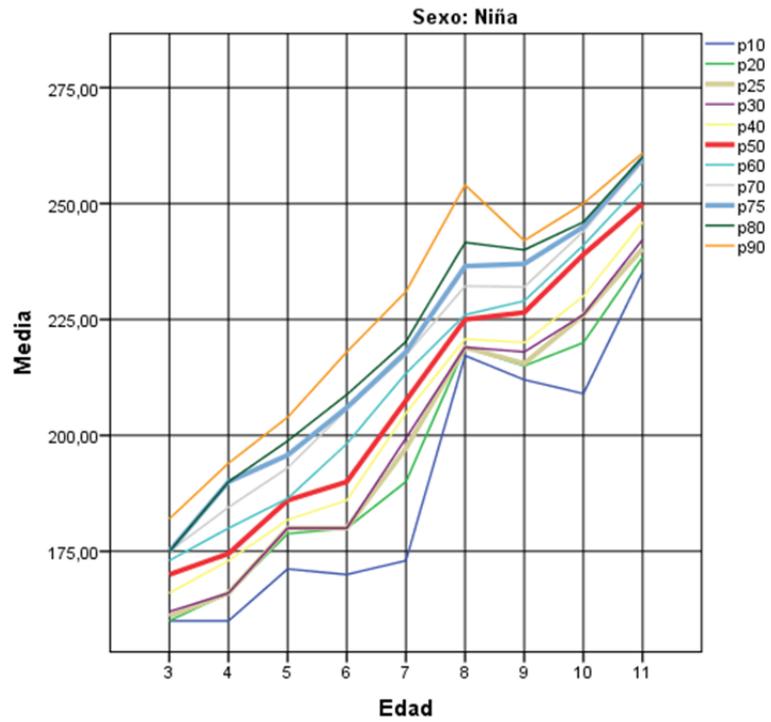
Gráfica 18.- Curva de crecimiento en longitud en función de la edad



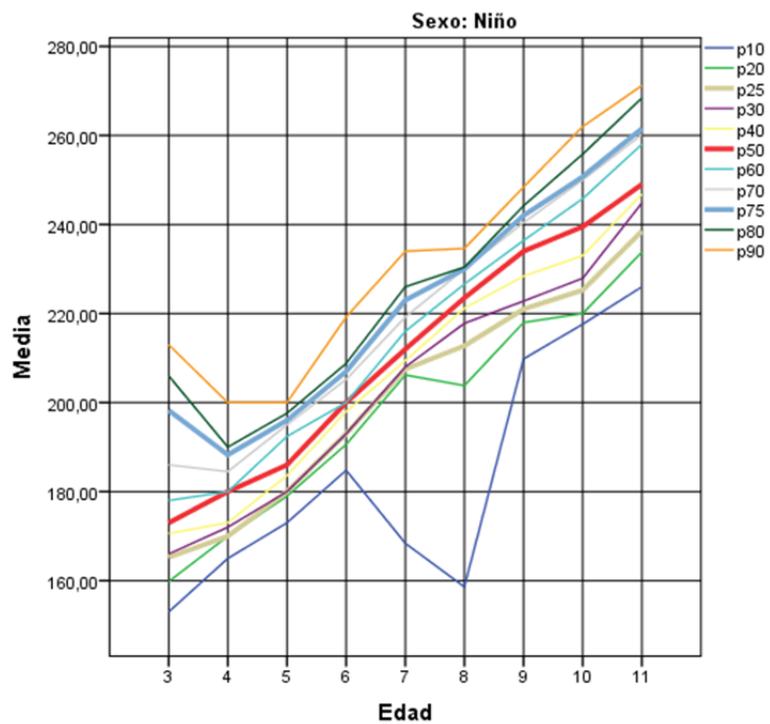
Gráfica 19.- Curva de crecimiento en longitud en función de la edad y el sexo



Gráfica 20.- Curva de crecimiento en anchura en función de la edad y el sexo



Gráfica 21.- Curva de percentiles de crecimiento en niñas



Gráfica 22.- Curva de percentiles de crecimiento en niños

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

6. DISCUSIÓN

M^a Luisa González Elena

6. DISCUSIÓN

Este trabajo de investigación comenzó, en su aplicación práctica, realizando una comparación del ajuste del calzado al pie en un total de 505 escolares, de los cuales 256 son hombres y 249.

Los escolares incluidos en la muestra se encuentran matriculados en tres centros docentes de la ciudad de Sevilla, concretamente, la Escuela de Educación Infantil (EEI) Argote de Molina, el Centro de Educación Infantil y Primaria (CEIP) Macarena y en el Centro de Educación Infantil y Primaria (CEIP) Beaterio de la Santísima Trinidad, durante el curso 2013-2014.

Considerando el sexo de los escolares por colegio, destacamos que el número de niñas en el Macarena y en el Beaterio de la Santísima Trinidad es mayor que el de niños, en contra de lo que sucede en la Escuela Argote de Molina, donde el número de alumnos fue mayor que el de alumnas.

A continuación, la discusión la realizaremos en función de los objetivos.

6.1. Objetivo 1: Determinar la longitud, la anchura del metatarso y las alturas en el dorso del pie más largo de los escolares

Necesitábamos un instrumento de medida muy concreto por la peculiaridad de nuestro estudio. Inicialmente nos planteamos buscar un sistema que, de forma sencilla, nos permitiese comprobar directamente el ajuste del pie en el interior del calzado, pero esta búsqueda fue infructuosa, debido a que los métodos al uso lo que nos ofrecían era medir mediante tomografía, una técnica excesivamente cara y que, además, utiliza rayos X –cuyo uso debe ser limitado y controlado para evitar radiaciones dañosas, según los expertos–,

principal motivo por el que descartamos su uso en este proyecto. Teniendo en cuenta la dificultad presentada, pensamos que lo mejor sería tomar las medidas de forma independiente (por una parte del pie y por otra, del calzado) para, después, compararlas.

Para medir el pie, contábamos con un escáner 3D empleado anteriormente en otro estudio, pero decidimos rechazarlo en base a las deficiencias detectadas por los científicos que ya habían experimentado con él, y que apuntaban, sobre todo, a problemas con la luz exterior y con las diferentes tonalidades de la piel. Otro instrumento también a nuestro alcance era una variante del medidor tipo Brannock, que tenía un brazo para medir la longitud interior del calzado al mismo tiempo que se medía el pie. Este último resultaba bastante eficaz, sin embargo, sólo nos permitía obtener medidas bidimensionales del pie y de la longitud interior del calzado, por lo que también fue rechazado, al resultar insuficiente. En su contra, también sopesamos las dificultades que implicaría a la hora de trasladar las diferentes medidas del pie al interior del calzado.

Después de intentar utilizar diferentes sistemas de medida que ofrece el mercado, y revisados los empleados por otros autores en sus estudios, constatamos que nada de lo que se nos ofrecía nos ayudaría a llevar a cabo nuestra investigación, motivo por el que, finalmente, tal y como se ha referenciado en el capítulo de ‘Material y método’ del presente trabajo, empleamos un medidor para el calzado y otro para el pie diseñados por el CAM.

Cuando nos planteamos el estudio, tuvimos siempre presente el motivo fundamental del mismo: “comparar el ajuste del calzado al pie del escolar”. Nos interesaban las medidas de los pies, pero no se trataba de un estudio antropométrico, con lo que tomar las medidas en los dos pies, en principio, no era muy necesario. No nos podemos olvidar de que la investigación se realiza dentro del Programa de Salud Escolar

Podológica, lo que supone que estos alumnos, para participar, salen durante un tiempo del aula, y es responsabilidad nuestra el que esta ausencia de la clase sea lo más breve posible.

Desde esta premisa descartamos hacer medidas de los dos pies. La siguiente cuestión fue establecer por cuál nos decidiríamos. Con este fin, fuimos comprobando la longitud de ambos con la cinta métrica. No son muchos los escolares en los que hemos encontrado pies de idénticas medidas en longitud, teniendo en cuenta la unidad empleada (mm.). La mayoría de las veces existía alguna diferencia y, en el caso de ser exactamente iguales, hemos analizado el de mayor anchura. Si eran iguales tanto en longitud como en anchura (poco frecuente), determinamos tomar de referencia las medidas realizadas en un pie elegido al azar.

La diferencia de medidas entre los dos pies en un mismo individuo es una cuestión anteriormente descrita por Fernández (1987) y el IBV (1999). El primer autor, tras analizar el crecimiento del pie en escolares del norte de España (Asturias), afirma que en un mismo individuo los pies no tienen por qué tener las mismas medidas, pueden ser diferentes.

Nosotros hemos considerado conveniente tomar las medidas y compararlas con el calzado correspondiente al pie de mayor longitud, porque, si valorábamos el pie más corto, podíamos perder una información importante respecto a este parámetro. Por otra parte, la mayoría de los estudios encontrados mostraban problemas de ajuste en este sentido; lo que predominaba fundamentalmente era que la población estudiada utilizaba un calzado corto. Además, el hecho de que el calzado sea más largo que el pie, no generará mucho problema, siempre y cuando tenga una buena sujeción en el empeine que impida el deslizamiento de esta extremidad hacia delante al caminar. A favor de esta tesis en pro de realizar las mediciones en el pie más largo hallamos

otro argumento: es lo que se recomienda a la hora de comprar el calzado (Caballero, 2009).

Si tenemos en cuenta otros estudios similares en los que también se toman medidas antropométricas del pie, Chacón (2012) por ejemplo, en su investigación sobre parámetros antropométricos en la población escolar, realiza las mediciones en los dos pies. Sin embargo, Lee y otros (2014), en su estudio de comparación de diferentes sistemas para medir el pie, toman de referencia el pie dominante (zurdo o diestro) y justifican su elección por la falta de tiempo para calcular magnitudes en los dos pies.

El mismo resultado, pero con distintas explicaciones y motivaciones es el que han obtenido otros expertos. Así, el citado Fernández (1987) observa que las medidas tomadas en los dos pies son muy similares, razón por la que opta por centrarse en las dimensiones obtenidas en los pies más largos, tal y como harían Chen y otros (2009) en su trabajo sobre la prevalencia del pie plano, para el que también analizaron las dimensiones del pie de mayor longitud. Igualmente, Barisch-Fritza y otros (2014) coinciden con Fernández (1987) y aseguran que apenas existen diferencias entre las medidas obtenidas en los dos pies en un mismo individuo y que, si las hay, no son significativas. Consecuentemente, en su estudio sobre las diferencias morfológicas del pie durante la marcha determinan tomar exclusivamente las medidas de un pie, eligiéndolo al azar.

Dicho sistema de elección al azar es, precisamente, el recomendado por Menz (2004).

En nuestro caso, a la hora de determinar el pie sobre el que veríamos el ajuste, hemos coincidido con este especialista y otros (2014) que, experimentando para comprobar el ajuste del calzado, para resolver la discrepancia entre la elección del pie derecho o el izquierdo, seleccionan la combinación del de tamaño más largo (y/o) el más ancho

.También hicimos igual que Klein y otros (2009), que obtuvieron valores más elevados en uno de los dos pies, y midieron sólo el calzado correspondiente a ese pie, sospechando que sería el que quedaría corto.

Teniendo en cuenta lo anterior, en nuestro estudio el 72.6% de los escolares tenían el pie izquierdo más largo que el derecho, como puede observarse en la tabla 10. Así, la media de longitud en el pie izquierdo es de $210 \pm 31,49$ mm. y en el pie derecho, de 199.15 ± 27.28 mm (Véanse tablas 11 y 12).

Comparando las medidas del pie en cuanto a la anchura metatarsal, hemos encontrado que ésta es un poco mayor en el pie izquierdo, pero la diferencia, sin embargo, es menor que la obtenida en longitud. La media en la anchura metatarsal para el pie izquierdo es de 7.65 ± 0.95 cm. y para el pie derecho, 7.5 ± 0.78 cm mm (Tablas 11 y 12).

En el caso de la longitud, coincidimos con De los Mozos y otros (2003) en su estudio para determinar medidas antropométricas del pie infantil realizado con escolares de edades comprendidas entre los 4,5 y 6 años: la media de la longitud también es mayor para el pie izquierdo que para el derecho.

De la misma forma, también nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Chacón (2012) en su estudio para determinar las medidas antropométricas del pie en el escolar (3-14 años), en el que, al igual que nosotros, obtiene valores mayores en longitud para el pie izquierdo que para el derecho en casi en todas las edades. No obstante, discrepamos en cuanto a la anchura, ya que los mayores valores para esta variable fueron localizados en el pie derecho. Tampoco coincidimos con Chen y otros (2009) en cuanto a que detectan mayores dimensiones en la anchura para el pie derecho, según la investigación que efectuaron con escolares asiáticos de entre 5 y 13 años.

La media para la máxima altura a nivel de las articulaciones interfalángica, metatarsofalángica y máxima altura en el empeine (generalmente en 2ª cuña) del pie izquierdo es de 18.33 ± 4.07 mm., 26.83 ± 5.18 mm. y 43.37 ± 7.74 mm., respectivamente, mientras que en el pie derecho son de $18,08 \pm 3,69$ mm., $25,95 \pm 4.94$ mm. y $42,59 \pm 6,672$ mm mm (Véanse tablas 11 y 12).

Por último, teniendo en cuenta la medida en las diferentes alturas, se observa que éstas son mayores en el pie izquierdo que en el derecho si bien, como ya ocurriera con la anchura, también la diferencia es pequeña.

A la vista de estos resultados, podemos determinar que no solamente fue mayor el número de escolares en los que el pie izquierdo presentaba mayor longitud que el pie derecho sino que también el valor de todas las medidas fue mayor para el pie izquierdo, de donde se concluye que el pie izquierdo de nuestros escolares es más grande que el derecho.

Debido a la no normalidad de los datos de longitud del pie, se ha aplicado la prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes por lateralidad. Este test se ha aplicado para cada una de las edades de los escolares de nuestro estudio, es decir, para 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 años. En todas estas edades, se ha obtenido una significación $<$ de 0.05, oscilando entre 0.146 y 0.93 para 11 años. Como conclusión, podemos sostener que las medidas del pie derecho e izquierdo son similares en todas las edades, de modo que es indiferente el pie elegido para el análisis. Como criterio de inclusión, se ha escogido aquel que presenta la mayor longitud.

A este respecto, debemos recordar que autores como Jiménez-Ormeño y otros (2013) y Delgado-Abellán y otros (2014) también han constatado que no existen diferencias significativas en las dimensiones entre el pie derecho y el pie izquierdo y deciden tomar en consideración

en sus trabajos las medias de las medidas entre los dos pies, facilitando de esta forma la interpretación de los datos.

Considerando la justificación estadística anterior, a partir de este momento la discusión de los resultados por objetivos se realizará sin hacer diferenciación entre ambos pies.

6.1.1. Medidas antropométricas por edad

Hemos considerado oportuno realizar una tabla para comparar nuestros resultados con los de otros autores y, así, facilitar la apreciación de las diferencias y similitudes (Ver tabla 54 contenida en el anexo 9).

Si tenemos en cuenta los resultados obtenidos en nuestra investigación y los comparamos con los obtenidos por Fernández (1987), Chacón (2012) y Delgado-Abellán y otros (2014) en estudios realizados también con escolares españoles, comprobamos que los pies de nuestros escolares son los de mayor longitud para todas las edades, teniendo en cuenta que el estudio de Fernández (1987) comienza a los 5 años de edad, el de Chacón (2012) a los tres años, y el de Delgado-Abellán y otros (2014), a los 6 años. Por otra parte, las medidas más pequeñas en longitud, son las de los pies de los estudiantes analizados por Fernández (1987) y Chacón (2012).

En cuanto a la anchura, lo que más nos llama la atención es que los pies más estrechos en todas las edades son los de los escolares del estudio de Fernández (1987).

Siguiendo con las comparaciones de los resultados por autores, pasaremos a centrarnos en las medias de la anchura. Vemos que Chacón (2012) obtiene los mayores valores en la anchura, a la edad de 3, 6, 7 y 9 años, y los valores más pequeños de los 10 a los 12 años. Los mayores valores en cuanto a la anchura a la edad de 8 años y entre los 10 y los 12 años corresponden a los escolares del estudio realizado por

Delgado-Abellán (2014). Frente a estos datos, debemos apuntar que nuestros valores de anchura sólo han sido mayores para los 4 y los 5 años de edad, y los más pequeños se han obtenido en los 7 y los 9 años. En el resto de las edades, las dimensiones se encuentran entre las obtenidas por los otros dos autores.

Con estos resultados y teniendo en cuenta que habíamos obtenido la mayor longitud de los pies para todas las edades, podemos describir la morfología de los pies de nuestros escolares por edad en función de los datos obtenidos en los otros estudios. De esta forma, y comenzando a partir de los 6 años, que es la edad a partir de la cual podemos englobar a todos los estudiantes de los diferentes estudios, concluimos que nuestros menores presentan una morfología brevilínea, siendo más largos y estrechos, si los comparamos con los estudios de Chacón (2012) y Delgado-Abellán (2014).

6.1.2. Medidas antropométricas por sexo

Nuestros resultados revelan que el pie de los niños presenta mayor longitud que el de las niñas en todas las edades, excepto a los 8 años, cuando el de las niñas es más largo. Si nos fijamos en los resultados obtenidos por Chacón (2012) al analizar la longitud por sexo, observamos cómo también evidencia que el pie de los varones tiene mayor longitud que el de las mujeres en todas las edades, salvo a los 7 años, cuando detecta que el de las niñas ya es ligeramente mayor que el de los niños y que esta diferencia continua hasta los 9 años. Pensamos que esta coincidencia está directamente relacionada con el crecimiento del pie, por lo que será discutida en el objetivo destinado para ello.

Habiendo obtenido mayores valores en la longitud para los niños que para las niñas, coincidimos con Fernández (1987), Chen y otros (2009), Chacón (2012), Delgado-Abellán y otros (2014) y Lee y otros

(2014) al afirmar que el pie de los alumnos presenta mayor longitud que el de las alumnas.

En cuanto a la anchura, fruto de sus respectivos análisis, también recogen que el pie del niño presenta mayor anchura que el de las niñas. Para Fernández (1987) y Delgado-Abellán y otros (2014) esta circunstancia se ratifica en sus estudios para todas las edades. Pero, si tenemos en cuenta el estudio de Chacón (2012), la mayor anchura del metatarso para las niñas coincide, aproximadamente, con la edad en que éstas presentaban mayor longitud que la de los niños. Por tanto, para él, la anchura es mayor para las niñas a la edad de 8 y 9 años, si bien nosotros hemos obtenido resultados diferentes. En nuestra investigación el pie de los niños presenta mayor anchura en todas las edades excepto a los tres años.

6.1.3. Medidas antropométricas por centro escolar

Las medidas del pie son mayores en longitud y anchura en el alumnado del Beaterio de la Santísima Trinidad, seguido por el del CEIP Macarena. Consiguientemente, encontramos que los pies más pequeños y más estrechos en la EEI Argote de Molina.

Si tenemos en cuenta el nivel socio-económico de los escolares, se puede considerar bajo –según los estándares vigentes– en el primer centro, ya que es un colegio al que acuden muchos inmigrantes, y medio en los otros dos. Incluso, medio-alto para el Beaterio de la Santísima Trinidad.

A pesar de que el nivel socio-económico y la nutrición pueden influir de forma decisiva en las medidas antropométricas del pie, pensamos que, en nuestro caso, el hecho de que los pies de los escolares sean más pequeños en el colegio público con alumnos con peores condiciones sociales y monetarias nada tiene que ver con esto.

Creemos que el resultado está directamente relacionado con la edad de los escolares matriculados en los diferentes centros.

Si observamos la distribución de la edad por centro escolar (Véase gráfico 9), el Argote de Molina es una Escuela de Educación Infantil, por lo que la edad de su alumnado -en la fecha de recogida de los datos- está comprendida entre los 3 y los 5 años cumplidos. Además, es un centro con un número no muy elevado de escolares. En los otros dos colegios, además de los de infantil (3-5 años), también hay escolares de Primaria, desde los 6 a los 12 años.

Los de mayor edad son los estudiantes del CEIP Beaterio de la Santísima Trinidad (7.69 ± 2.61 años) y, lógicamente, la media de longitud resulta mayor en este centro. La edad de los escolares matriculados en el Macarena es de 6.08 ± 2.04 años. Por último, los más pequeños tienen una edad de 4.56 ± 0.78 , y son éstos los que pertenecen la Escuela de Educación Infantil.

Otro factor a tener en cuenta en este sentido es que el número de la muestra es mayor en el centro donde hay más escolares de mayor edad y, normalmente, el crecimiento del pie es directamente proporcional a la edad.

6.1.4. Antropometría y diseño del calzado

La característica forma del pie es múltiple, ya que son muchos los factores relacionados con la morfología del mismo. De este modo, su antropometría va a estar determinada tanto por condicionantes intrínsecos, como puedan ser la genética, la edad, el sexo, etc., como por factores extrínsecos, entre los que se encuentran el estilo de vida y el medio ambiente, el nivel socio-económico familiar, la nutrición y el calzado. Precisemos que la influencia de calzado en el pie será otro factor y lo examinaremos en el objetivo destinado a ello.

Son muchos los autores que debaten la importancia de tener en cuenta estos factores, ya que, en un momento dado, pueden establecer diferencias en cuanto a las formas y medidas del pie. Haciendo referencia, por ejemplo, a los estilos de vida o la cultura, Kusumoto (1990) muestra que los pies de los niños filipinos que habitan en un medio rural son más cortos y delgados que los que viven en medio urbanos. Una evidencia especialmente relevante si consideramos que, en nuestro caso, advertimos cómo las medidas obtenidas a raíz de la investigación práctica son mayores que las de los escolares del estudio realizado por Fernández (1987). Es cierto que hay mucha distancia de tiempo entre su estudio y el nuestro, pudiendo haber diferencias en función de las generaciones, pero también hemos de pensar que los escolares de nuestro estudio habitualmente viven en la ciudad y en el caso del trabajo realizado por Fernández (1987) viven en un ámbito rural.

Si tenemos en cuenta algunos de los factores intrínsecos, Tomassoni y otros (2014) destacan la importancia de valorar la edad. Argumentan que la forma del pie va variando en función de su crecimiento y maduración. Y es que esto es evidente: nada tiene que ver el pie del niño con el del adulto joven o con el del anciano. Las diferencias son tanto externas (medidas, grasa plantar, arco longitudinal, etc.) como internas.

En cuanto al sexo, Hong y otros (2011) comparan las medidas del pie partiendo de una misma longitud y evidencia que el pie del hombre es más voluminoso que el de las mujeres. Así, defienden que el pie y el tobillo de las mujeres son estructural y biomecánicamente diferentes al de los varones. Manna y otros (2001), Krauss y otros (2008), Krauss y otros (2011), Lee y Wang (2015), Saghadzadeh y otros (2015), entre otros, son otros especialistas que evidencian las diferencias morfológicas en cuanto al sexo y hacen referencia a la necesidad de que

sean consideradas por parte de la industria del calzado para la fabricación de las hormas.

Las diferencias morfológicas del pie en función de las diferentes etnias es, igualmente, una circunstancia muy importante a tener en cuenta. Son muchos los autores que en sus estudios hacen referencia a estas diferencias, por ejemplo, Hawes y otros (1994), Hawes y Sovak (1994), Witana y otros (2004), Nácher y otros (2005), Gonda y Katayama (2006), Chen y otros (2009), Lee y Wang (2015), Saghazadeh y otros (2015).

En el estudio realizado por Mauch y otros (2008) en el que comparan datos antropométricos de escolares alemanes y australianos, obtuvieron datos totalmente contrarios a lo que esperaban. Estos investigadores pensaban que los australianos tenían pies de mayor longitud que los alemanes por vivir en un clima más cálido, llevar un calzado abierto y caminar durante más tiempo descalzos. Una divergencia que atribuyen a que el 24% de la población australiana había nacido en el extranjero y había un alto porcentaje de nacidos en Asia.

Sacco y otros (2015) también evidencian el problema de las diferencias morfológicas en función de las etnias y con éstas explican la dificultad que encuentran los fabricantes para diseñar el calzado. Estos expertos detectaron que, a pesar del gran número de estudios antropométricos realizados en Asia, Europa, América del Norte, etc., un país como Brasil, con gran mezcla de orígenes étnicos, carecía de normas antropométricas del pie, lo que obligaba a la industria del calzado a utilizar los datos antropométricos de otros países sin saber si eran adecuados o no. Para demostrar las diferencias entre los brasileños y otros y alertar del problema, estos científicos efectuaron un estudio comparando las características antropométricas de escolares

brasileñas y alemanas de edades comprendidas entre los 3 y los 10 años.

En nuestro trabajo, a pesar de ser conscientes de la importancia de tener en cuenta de las diferencias morfológicas del pie en función de las etnias, hemos decidido no considerarlas a la hora de hacer el análisis. Una determinación que fundamentada en que, presumiblemente, los resultados no iban a ser estadísticamente representativos, ya que, como puede observarse en el gráfico 5, de los 505 escolares examinados, 483 son de nacionalidad española (96,2%). El resto son sudamericanos (1,6%), asiáticos (0,4%) y africanos (1,8%). Con estos datos, y previa consulta con la técnico en estadística, optamos no fijar subgrupos por etnia.

Es significativo apuntar en este sentido que en nuestro grupo de referencia, por sus rasgos físicos, detectamos que muchos alumnos son hijos de padres extranjeros, si bien ellos habían nacido en España, de ahí su nacionalidad. Un matiz realmente elocuente en cualquier investigación donde se tome en consideración este parámetro, de ahí que sugiramos, de cara a otros proyectos, preguntar no sólo por la nacionalidad de los menores sino también por la procedencia étnica de los padres.

Que no todos tenemos la misma forma y dimensiones del pie no es nada nuevo, sin embargo, es una realidad que choca con la que práctica diaria: a la hora de adquirir un calzado convencional, lo que encontramos en las tiendas son, básicamente, los mismos modelos para todos pero de diferentes tallas. Prácticamente todos los autores citados anteriormente, evidencian las diferencias antropométricas del pie y hacen referencias a que éstas han de ser consideradas por la industria para la fabricación del calzado.

Delgado-Abellán y otros (2014), por ejemplo, ponen de manifiesto que el procedimiento general usado para el diseño del calzado infantil es

de escala lineal a partir de moldes tomados en pies de adultos, así como que estas hormas constituyen el modelo para la creación de diferentes tamaños.

Por su parte, Jiménez-Ormeño y otros (2013) hacen hincapié en que la mayoría de las empresas de calzado no realizan cambios en las dimensiones de las hormas para dar cabida a diferencias morfológicas del pie en función de las etnias.

Esto mismo ocurre en al diseño del calzado sin diferenciación del sexo. Hong y otros (2011), en este sentido, constatan que el calzado deportivo de la mujer es una pequeña versión del de hombre. Sin embargo, aseguran que hay diferencias significativas y que han de tenerse en cuenta a la hora de fabricar el calzado.

Todas estas paradojas y contradicciones son consecuencia de la falta de criterios y de unanimidad, así como de la inexistencia de una legislación referente al diseño y fabricación del calzado. La exposición anterior y las investigaciones examinadas evidencian que en el diseño y fabricación del calzado no siempre se tiene en cuenta la información de las dimensiones del pie de los diferentes grupos de población, aun sabiendo que esta información, tal y como recuerdan Lee y otros (2014), es fundamental para conseguir un buen ajuste del calzado.

6.2. Objetivo 2: Determinar la longitud, anchura máxima y alturas en la parte superior de la pala del calzado

En esta fase del proyecto, hemos tenido en cuenta un total de seis modelos de calzado. A pesar de que existen otras clasificaciones, como las establecidas por el IBV (1999), Ramiro y otros (1995), Levy y Cortés (2003), Branthwaite y otros (2012), Pérez (2014) o Yurt y otros (2014), nosotros hemos decidido establecerla en función del tipo de calzado que llevaba el escolar el día en que se recogió la muestra. Desde esta premisa, lo hemos dividido por modelos en: deportivo, colegial,

merceditas, náuticos, castellanos (tipo mocasín) y manolequinas (Véanse figuras 16-21).



Figura 16.- Deportivo



Figura 17.- Colegial



Figura 18.- Merceditas



Figura 19.- Náutico



Figura 20.- Castellanos (tipo mocasín)



Figura 21.- Manolequinas

Como se puede apreciar en la tabla 8, el calzado menos utilizado por los escolares fueron las manolequinas (1.6%) y el que más llevaban el día de la visita, el deportivo (46.7%). Este dato es relevante, si tenemos en cuenta el modelo de calzado por centro escolar. En el Argote de Molina fueron 52 de los 71 escolares revisados los que lo llevaban, esto supone un 73.2%; pero es que en el Macarena el porcentaje es aún mayor (84.1%): de los 145 escolares de nuestra muestra, 122 llevaban deportivas. Estas cifras, sin embargo, disminuyeron en el Beaterio de la Santísima Trinidad, donde sólo 68 de los 289 escolares llevaban este tipo de calzado, representando un 21.5% de la muestra total (Véase tabla 9).

De cara a nuestro proyecto, lo que realmente hay que considerar en cuanto a dichos resultados es la diferencia entre centro público y concertado. Así, en este último colegio es obligatorio el uso del calzado del uniforme. Es más, hemos observado que es fundamentalmente en

los centros públicos donde la mayoría de los escolares llevan deportivas, una circunstancia coherente, si consideramos que en los concertados el uso de calzado deportivo está limitado exclusivamente al día (o días) en que el escolar practica Educación Física. En los públicos, por el contrario, no hay requisitos ni limitaciones en uno u otro sentido.

Otro dato que pensamos que es importante tener presente en cuanto a la mayor frecuencia en el uso de calzado deportivo es que puede ser usado tanto por niños como por niñas (unisex), algo que no ocurre con otros modelos. Así, se toman como exclusivos del sexo femenino las manolequinas y las merceditas, mientras que los náuticos, castellanos e, incluso, los colegiales, aunque pueden ser empleado por ambos sexos, se consideran un calzado más masculino.

Como se puede comprobar en la tabla 7, en la distribución de modelos de calzado por edad, lo que más nos llama la atención es que el deportivo es más frecuente en la etapa de infantil. La razón que se esconde tras esto es, desde nuestra perspectiva, que la mayor frecuencia de escolares revisados se encuentra en el periodo de edad comprendido entre los 3-5 años, y que en el colegio concertado los niños de esta edad -dentro del uniforme- llevan chándal más días que los de Primaria, por lo que el uso de deportivas está permitido más días a la semana que para los más mayores. También hemos apreciado que los náuticos comienzan a ser utilizados en los escolares más mayores, lo mismo que con los castellanos, aunque no de una forma tan clara como en el modelo anterior. En la distribución del resto de modelos de calzado por edad, no hemos encontrado ninguna otra relación interesante para nuestro estudio.

Pensamos que la diferencia de centro escolar también es lo que justifica la frecuencia de modelo de calzado, siendo más habitual el uso del calzado tipo colegial, náutico y castellano -modalidades permitidas dentro del uniforme- en el Beaterio de la Santísima Trinidad.

Llegados a este punto, conviene advertir que los datos que se muestran a continuación corresponden a la mayor longitud, anchura metatarsal y alturas medidas en el pie y trasladadas al interior del calzado, y no tienen por qué coincidir con las máximas dimensiones interiores del mismo.

Las medidas tomadas en el interior del calzado, quedan reflejadas en la tabla 18.

Al observar los resultados anteriormente referenciados, comprobamos que son medidas muy generales, ya que no se ha tenido en cuenta la talla (las medidas varían en función del número en puntos de París) ni el modelo de calzado.

Si consideramos las diferentes medidas del interior del calzado sólo en función del modelo, observamos que el calzado que mayor longitud interior tiene es el náutico y el de máxima anchura interior, el castellano, dato que concuerda totalmente con las hipótesis planteadas, ya que, como expusimos, los niños de mayor edad son los que con mayor frecuencia usan este tipo de calzado, por lo que pensamos que este resultado no indica que estos modelos sean más largo o anchos que el resto, sino que pertenecen a los pies de los escolares de mayor edad, por lo que las medidas son forzosamente superiores.

Partiendo de las interpretaciones anteriores, se consideró oportuno analizar las medidas interiores del calzado, pero siempre comparando los modelos dentro de la misma talla (Véase tabla 20).

Al discutir los resultados obtenidos, hemos de tener en cuenta varios factores. En primer lugar, vemos que no siempre tenemos los 6 modelos para todas las tallas. Estos sólo ocurre en las 29 y 36; 5 modelos en las talla 27, 32, 33, 35, 37 y 38; 4 modelos en las tallas 25, 28, 30, 34 y 39; 3 modelos en las tallas 24, 26 y 31; 2 modelos en la

talla 42; y un solo modelo (deportivas) en las tallas 40 y 44. De la talla 24 a la 44, no hay escolares que calzaran el número 41 y 43.

En segundo lugar, hemos comprobado que existe gran variedad en cuanto a la frecuencia por modelo y talla. El modelo que resulta más frecuente es el deportivo, asiduidad más elevada en las tallas más pequeñas y en disminución a medida que aumenta la talla. Así, el calzado deportivo se encuentra con mayor frecuencia en todas las tallas, menos en el número 24, 32 y en el 33, donde el modelo más frecuente es el colegial.

A raíz de los citados descubrimientos, hemos considerado, previo acuerdo con el técnico en estadística, el rechazar las tallas 40 y 44 por encontrarse sólo en el modelo deportivo. Las medidas de este objetivo serán discutidas de forma muy general en función de aquello que más resalte, ya que nos resulta tremendamente complejo llegar a conclusiones claras exhaustivas teniendo en cuenta las frecuencias por modelos y tallas.

6.2.1. Longitud interior en el calzado correspondiente a la máxima longitud del pie

Al ver el resultado en cuanto a la longitud del calzado en función del modelo y talla, lo primero que observamos es que no todos los calzados de la misma talla presentan la misma longitud interior, una cuestión que ya planteamos en el quinto objetivo y que debatiremos más adelante.

En la tabla 20, podemos apreciar cómo la longitud interior varía en función del modelo y la talla. Así, el deportivo fue mayor en longitud que el resto de modelos en las tallas 24, 26, 27. La longitud interior de las merceditas fue mayor para las 25 y 31, mientras que las manoletinas en el número 28; el colegial en el 29, 32, 39 y 42; y los náuticos en el 33, 34, 35 y 36. Por último, la longitud interior fue mayor en los castellanos

en las tallas 30, 37 y 38. Al respecto, lo que podemos destacar es que la longitud interior de los náuticos y el calzado colegial fue mayor que el resto de modelos en un mayor número de tallas (en cuatro de las tallas cada uno), seguido por los deportivos y los castellanos (en tres tallas), las merceditas (en dos) y las manoletinas (en una talla).

6.2.2. Anchura interior en el calzado correspondiente a la máxima anchura metatarsal del pie

La anchura interior de las merceditas fue superior en siete tallas. Concretamente, en la 24, 26, 28, 31, 32, 36 y 37. El siguiente modelo de calzado que presenta la mayor anchura en más números de talla son los náuticos (29, 34, 35, 36, 38 y 39); continuando, en orden descendente, por los castellanos, cuya anchura fue mayor en cuatro tallas, en los números 25, 30, 33 y 36, y por el calzado colegial, que resultó tener mayor anchura interior en dos tallas, el 27 y el 42 (Véase tabla 20).

Aunque como hemos dicho anteriormente no todos los modelos pueden ser comparados por tallas, sorprende que en ninguna talla el calzado deportivo resulte tener la mayor anchura, a pesar de la opinión generalizada de que se trata de un calzado ancho. También hemos de destacar que, a diferencia de las magnitudes referidas a la longitud, en el ancho sí que hemos obtenidos medidas idénticas para un mismo modelo, por ejemplo, en el número 36, en el que coincide la anchura en los castellanos, merceditas y náuticos; las merceditas y los náuticos, en la talla 27; los castellanos y náuticos, en el 37; y la anchura de las merceditas y los castellanos en el número 38. Un hecho que no se ha observado en la longitud con la misma frecuencia, pese a que la diferencia entre unas medidas y otras podría llegar a ser casi inapreciable.

En cuanto al diseño del calzado, pues, podemos afirmar que existe mayor variedad en cuanto a las dimensiones interiores del calzado para la longitud que para la anchura.

6.2.3. Alturas obtenidas en el interior en el calzado correspondiente a las máximas alturas medidas en el pie

6.2.3.1- Tercera altura, correspondiente a la máxima altura del empeine, generalmente a la segunda cuña del pie (A_3)

Esta altura no pudo medirse en todos los modelos porque en las merceditas y manoletinas la zona de la pala es muy corta y esta altura queda al descubierto.

Como puede apreciarse en la tabla 20 la mayor altura en el nivel analizado la han presentado las deportivas casi en todas las tallas de calzado (12 tallas) esto puede deberse al sistema de cierre -acordonado o velcro-, en el que, a la hora de cerrarlo para simular la presencia del pie y ser medido, no podemos calcular la tensión exacta de dicho cierre. A éste le siguen los modelos náutico y colegial, aunque sólo en dos tallas, si bien coinciden con el anterior en que también cuenta con el mismo sistema de cierre. El calzado tipo castellano presentó la mayor altura interior en este nivel en una talla.

El error que se ha podido cometer con el medidor puede ser la causa de este resultado. Aun así, que la mayor altura interior en este nivel haya sido de forma relevante para el calzado acordonado o con velcro, nos hace afirmar que este tipo de cierre es el que permite una mejor adaptación a nivel del empeine, de hecho, es el recomendado para el calzado infantil, por, entre otros autores, el IBV (1999), Caballero (2009) y Yurt y otros (2014).

6.2.3.2. Segunda altura, correspondiente a la máxima altura a nivel de la articulación metatarsofalángica del pie (A₂)

Esta medida tampoco pudo ser tomada en las manoletinas por el mismo motivo que en el caso de la medida anterior, siendo diferente el caso de las merceditas.

La altura interior del calzado a este nivel fue mayor en las deportivas en los números 24, 26, 28, 29, 34 y 35 (en 7 tallas). En el calzado colegial la máxima altura se obtuvo en las tallas 25, 31, 33, 36 y 42 (en 5 tallas); en los náuticos (en 4 tallas), en las 27, 32, 37 y 39; y en las merceditas en las tallas 25 y 38; limitándose en los castellanos a la talla 30. Como podemos comprobar en la tabla 20 en la talla 25 la altura presentada por las merceditas y el calzado colegial es la misma.

Este factor, en nuestra opinión, se debe al diseño de los diferentes modelos de calzado, pues la altura de la pala no es la misma en todos. Por otra parte, al igual que pasó con la longitud, hemos comprobado que los valores de las diferentes medidas son muy similares.

6.2.3.3. Primera altura, correspondiente a la máxima altura a nivel de la articulación interfalángica del pie

En este análisis ya se tienen en cuenta todos los modelos. Los resultados muestran que la primera altura es mayor en los náuticos, en las tallas 27, 33, 35, 36, 37 y 38 (6 tallas); mientras que el calzado deportivo presenta la mayor altura en las tallas 24, 26, 29, 31 y 34 (5 tallas). En el caso del calzado colegial, la altura es mayor en las tallas 39 y 42 (en 2 tallas), siendo en las manoletinas en la 28 y 32 (dos tallas), en los castellanos en la talla 30, y en las merceditas, en la 25 (Véase tabla 20).

Al igual que en la altura anterior, consideramos que estos resultados estarían condicionados por el diseño de cada modelo de

calzado. Tampoco hemos encontrado medidas idénticas en las diferentes tallas para esta variable.

Si comparamos las tres alturas, podemos concluir que el calzado deportivo es el que presenta valores más elevados, junto con los náuticos y el calzado colegial. Sin embargo, los castellanos son los que menor altura han presentado (los más bajos de pala). También hemos visto coincidencia entre las mayores alturas en un mismo modelo en una talla, por ejemplo, las deportivas, que presentaron las tres alturas mayores en los números 24, 26 y 34. Lo mismo sucede con el colegial en el número 42 y con los castellanos en el 30. Asimismo, encontramos que hay tres modelos que presentan los mayores valores en dos de las tres alturas: las deportivas, en cuatro tallas; los náuticos, en tres; y las merceditas, en una talla.

Nos ha resultado muy difícil comparar nuestros resultados con los de otros investigadores. Realmente se trata de datos encontrados en unos modelos y localizaciones muy concretos.

6.2.4. Objetivo 3: Comparar las medidas del pie con las del interior del calzado

Para dar respuesta a este objetivo se ha realizado un análisis inferencial, que permite contrastar variables y conocer si existe algún tipo de relación entre ellas. Para ello, se han realizado pruebas de normalidad, aleatoriedad y homocedasticidad, con vistas a comprobar si se cumplen los criterios paramétricos.

6.2.4.1. Ajuste en longitud

Para ver el ajuste en longitud, lo que se ha realizado es un cálculo de la diferencia entre la longitud del calzado y la del pie. De esta forma, un resultado positivo muestra que el calzado es más largo que el pie y, por el contrario, un resultado negativo es señal de que el calzado queda corto. Si el resultado es 0, la longitud del calzado y la del pie son

exactamente iguales, con lo que el calzado le queda justo (Véase gráfico 13).

Las dimensiones obtenidas en nuestro estudio muestran cómo en 299 escolares la diferencia entre la longitud del calzado y el pie es positiva; en 168, negativa; y sólo en 38 alumnos, la longitud del calzado es igual a la del pie.

En cuanto a la franquicia necesaria entre la puntera y el dedo más largo, Levy y Cortés (2003) afirman que ésta varía en función de las personas y sus necesidades. El IBV (1999), dentro de la guía del calzado saludable, considera que es suficiente un espacio de 1 cm., que podría ser de 0.5 cm. en la mujer. Sin embargo, para el calzado infantil y coincidiendo con Levy y otros (2003), establece 1 cm. en el calzado para principiante y entre 1 y 1.5 cm. para el resto de etapas hasta los 14 años.

Klein y otros (2009) coinciden en que un espacio de 1 cm. ya se considera óptimo, pero precisan que lo ideal en el calzado infantil es 1.2 cm. Una cifra que comparten Yurt y otros (2014), al considerar como óptimo para el crecimiento del pie un margen de 1.2 cm. Barisch-Fritza y otros (2014), por su parte, establecen que el aumento de longitud del pie al dar el paso aumenta en medio punto de París (0.333 cm.), por lo que ésa sería, bajo su óptica, la franquicia mínima necesaria, es decir, que se recomienda que sea un poco mayor que esta última cifra.

Considerando todo lo expuesto, establecemos que el calzado queda corto si la diferencia entre el calzado y el dedo más largo es menor de 0.5 cm, pues no permite que el pie se pueda expandir en longitud al caminar. Sin embargo, otra de las conclusiones extraídas de este proyecto es que lo más adecuado para el calzado infantil es un espacio entre la puntera y el dedo más largo de entre 1 y 1.5 cm, dadas las peculiaridades del pie del escolar, que se encuentra en un periodo crítico de crecimiento y desarrollo.

Así, comenzamos en primer lugar con las diferencias positivas que y vamos a ir discutiendo los resultados en función de los percentiles (Véase tabla 23). En el 50, observamos que en todas las edades el resultado que se ha obtenido siempre ha sido superior a los 0,5 cm., teniendo el menor valor de la diferencia a los 9 años (0.6 cm.) y el mayor valor de la misma a los 6 años (1.3 cm.). Es verdad que la mayoría no llegan a 1.5 cm., y sólo en tres edades se supera el centímetro -en los 6, 7 y 8 años-, pero en la mitad de los escolares, no hay escolares con diferencias menores de 0.5 cm.

Si tenemos en cuenta el percentil 25, los datos ya son peores, en el sentido de que son más las edades en las que la diferencia no llega al medio centímetro recomendado, éste sólo se consigue a los 8,11 y 12 años y se supera a la edad de 6 años.

En el percentil 75, hemos obtenido que en tres edades la diferencia entre el calzado y el dedo más largo es mayor de lo recomendado. En este percentil, en los escolares de 3, 6 y 7 años, las diferencias son de 2.1, 2.0 y 2.7 cm., respectivamente. A estos escolares, obviamente, el calzado les queda excesivamente largo. Esta cifra puede sorprender, pero hemos encontrado algunos escolares que llevaban hasta tres palmillas en el interior del calzado para conseguir evitar las diferencias en cuanto al tamaño. Apuntemos, no obstante, que en el resto de edades se llega a 1 cm. (para los 12 años), 1,3 cm. (para 9,10 y 11 años), 1,4 cm. (en los 4 años) y 1.5 cm. (en los 5 años).

Siguiendo con las diferencias negativas (casos en los que el calzado queda pequeño) y analizando los resultados por percentiles, vamos observando en la tabla 24 que los resultados son bastante alarmantes. En el percentil 50, el mayor valor para la diferencia negativa se encuentra a los 6 años de edad, donde podemos ver cómo el calzado es 1.3 cm. más pequeño que el pie. En la edad de 3, 5 y 8, el calzado es 1

cm. más pequeño que el pie. En el resto de edades, las diferencias ya son algo menores, oscilan entre los 0.8 y los 0.4 cm.

Para el percentil 25, encontramos resultados aún más preocupantes: el mayor valor para la diferencia negativa es de 2.4 cm. en el caso de 11 años, seguido de una diferencia de 2.1 cm. a los 9 años; 2 cm. para 6 y 3 años; 1.8 cm. para 5 años; y va disminuyendo hasta llegar a la menor diferencia a los 10 años.

Es esperanzador, a pesar de lo expuesto, que estos resultados obtienen los mejores valores en el percentil 75, donde las diferencias negativas oscilan entre los 0.2 y los 0.7 cm.

En este contexto, debemos tener presente que la investigación se desarrolla entre seis y nueve meses después de comenzar el curso, y lo normal es que los padres compren el calzado en septiembre y, habitualmente, se adquiere la talla del escolar o una superior, con la intención de “aprovecharlo” durante más tiempo. Pensamos que el problema del ajuste, sobre todo cuando el calzado queda pequeño, no se produce por la compra de una talla no adecuada sino por no haber tenido en cuenta el crecimiento del pie durante el curso escolar. Hay que matizar, al respecto, que un dato que no hemos recogido es el estado en el que se encuentra el calzado. No sabemos si el que el escolar llevaba el día de la exploración porque es el habitual o si, por el contrario, en esa fecha lo llevaba eventualmente.

En nuestro estudio, el día de la exploración, el 59.2% de los escolares llevaba un calzado de mayor longitud que su pie; el 33.3%, uno que le quedaba corto; y el 7.5%, un calzado de la misma longitud que su pie.

Recordemos en este sentido que el Colegio Profesional de Podólogos de Andalucía (2013) ha alertado sobre el uso de calzado pequeño en los menores, declarando que el dolor y la fatiga de los niños en edad escolar

es muy grande, aunque sus tejidos presentan una gran elasticidad, permitiendo que el pie se vaya deformando de forma progresiva y sigilosa sin causar a penas molestias.

Son varios los estudios que reafirman dicha tesis. Ya Mc Kee (1942) detecta que el 74% de los escolares lleva un calzado de entre 0.5 y 3.5 tallas más pequeñas de las que necesitaban. De la misma forma, Bleck (1971), después de revisar 1.000 escolares, advirtió que el calzado quedaba mal ajustado y que el problema real es que el calzado convencional, en general, no se ajusta a la morfología de los pies de los niños.

En la misma línea ahonda el artículo publicado por Barnes (2010) acerca de los estudios presentados en el encuentro anual de la American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS), en el que se demuestra el deficiente ajuste del calzado al pie en la población escolar. Uno de ellos es el realizado sobre un total de 248 escolares suizos de entre 5 y 10 años, en el que se detecta que el 52.8% lleva un calzado demasiado pequeño y un 13%, demasiado grande en el calzado de calle; resultando un patrón similar en el calzado de estar en casa, en el que el 61.6% de los casos, las zapatillas eran muy pequeñas y en el 10.2%, muy grandes. Otro de los estudios mostrados en dicha convención fue el realizado en la Universidad de Medicina de Viena, que, tras examinar el ajuste del calzado al pie en 858 escolares, concluyó que 57.8% llevaba el calzado más corto de lo normal.

Klein y otros (2009) también analizan el ajuste del calzado al pie en el calzado de estar en casa y el de salir a la calle en 858 escolares de edades comprendidas entre los 3 y los 6,5 años. Su experimento detectó que el 69.4% de los niños llevaban un calzado de calle de menor longitud que su pie y sólo un 22.8% lo llevaban del tamaño correcto. En el caso del calzado de estar en casa, los resultados eran peores, ya que,

sólo el 9.4% calzaban de forma adecuada, mientras que el 88% llevaban un calzado pequeño.

Tanto los autores del estudio realizado en escolares suizos relatado por Barnes (2010) como Klein y otros (2009) investigadores relacionan el riesgo de padecer el HAV con el hecho de llevar un calzado de talla más pequeña de la que se necesita, y determinan que el riesgo de padecer la patología va aumentando a medida que el calzado va quedando más corto.

Yurt y otros (2014), estudiando los mismos parámetros, coinciden con dichos resultados, en cuanto a que el ajuste del calzado de calle es mejor que el de estar en casa.

Klein y otros (2009) y Yurt y otros (2014) marcan la necesidad del ajuste del calzado tanto en el que se usa en la calle como en el de estar en casa, y es que es frecuente que sólo se reflexione sobre el calzado de vestir a la hora de renovar esta prenda, olvidando el doméstico. Algo que no ha de pasar desapercibido, especialmente, aquellos lugares donde las circunstancias climatológicas conllevan que el menor pase más tiempo en casa que en la calle.

Como podemos comprobar en la tabla 25 en lo que hace referencia al ajuste en longitud por sexo y teniendo en cuenta los casos en los que el calzado es más largo que el pie, hemos podido apreciar que tanto en los niños como en las niñas, la media de la diferencia de longitud entre calzado y pie es superior a 1 cm. En las niñas es 1.1 cm. y en los niños 1.3, con lo que el ajuste, partiendo de los márgenes que hemos considerado cómo óptimos, podemos decir que es adecuado. Si por el contrario observamos la media de la diferencia entre el calzado y el pie en el caso de que el calzado resulte pequeño, vemos que el calzado queda más corto en los varones, siendo la diferencia de 2 cm., y de 1.6 cm., para las mujeres (Véase tabla 26).

En definitiva, las diferencias del ajuste del calzado en función del sexo son mínimas.

6.2.4.2 Ajuste en anchura

Para analizar el ajuste del calzado a nivel de la anchura metatarsal, se efectuó un examen igual que en el caso de la longitud, restando a la anchura medida en el interior del calzado la máxima anchura metatarsal del pie. Obtuvimos diferencias positivas en el 64.3% de los escolares (N=325) y diferencias negativas en el 7.9% (N= 40) (pie más ancho que el calzado), mientras que en el 27.5% (N=139) de los casos la anchura del calzado y la del metatarso son exactamente iguales. En este supuesto, si lo comparamos con la longitud, se comprueba cómo aumenta el número de escolares en los que las medidas del calzado son mayores e iguales que las del pie y cómo disminuye el número de escolares que lleva un calzado de anchura inferior a su pie (Gráfico 14).

El margen de espacio necesario entre el pie y el calzado a este nivel no está tan bien definido como en el caso de la longitud. Hay autores como Mc Poil (1988) y el IBV (1999) que indican que el material de corte ha de permitir un pellizco a nivel del área de flexión MTF mientras que el escolar permanece de pie, pero que el que aparezcan pliegues en la zona de flexión de los dedos cuando el escolar se pone de cuclillas es indicativo de que el calzado queda grande. Tan sólo hemos encontrado un trabajo en el que sus autores dan una referencia en cuanto a la franquicia adecuada y necesaria para la anchura metatarsal: Barisch-Fritza y otros (2014). Éstos analizaron los cambios morfológicos del pie durante la marcha en 2.554 niños de edades comprendidas entre los 6 y los 16 años, comprobando que la anchura del pie aumenta en dinámica un total de 1 cm., y establecen este valor como la franquicia mínima de seguridad necesaria para impedir la deformidad y el daño que produce el calzado estrecho en el pie.

A la vista de todo lo anterior, nosotros también vamos a establecer el mismo margen que Barisch-Fritza y otros (2014). De esta forma, un calzado estrecho sería aquel que tuviese un espacio para la expansión del pie en anchura menor de 1 cm.

Al igual que hicimos con la longitud, comenzaremos analizando los resultados positivos por percentiles (Véase tabla 30).

En el percentil 50, los resultados muestran que la diferencia es de 1 cm. para todas las edades, excepto para los más mayores, escolares de 11 y 12 años en los que la diferencia fue de 2 y 1.5 cm., respectivamente.

En el caso del percentil 25, observamos que la diferencia es de 1 cm. para los 9, 11 y 12 años. En el resto de las edades no existen diferencias mayores que 0, mientras que en el percentil 75 comprobamos que la menor diferencia es de 1 cm. y está presente en los escolares de 4 y 5 años, seguida de 1.5 cm., para los de 12 años. La diferencia mayor y más frecuente es la de 2 cm., apreciándose en el resto de edades.

Si analizamos los casos en los que hemos obtenido resultados negativos por percentiles, vemos en la tabla 31 cómo para el 50 el calzado es más estrecho que el pie en 1 cm. en todas las edades, menos a los 11 años, que es de 1.5 cm. En el caso del percentil 25, el calzado resulta más estrecho a los 2 y a los 12 años de edad con una diferencia de 2 cm., seguido de los escolares de 10 años, en los que la diferencia es de 1,5; y de los de 6 años, con una diferencia de 1.25 cm. En el resto de edades, la diferencia es de 1 cm., tal y como ocurría en el percentil anterior. Por último, en el percentil 75, el calzado es más estrecho que el pie 1 cm. para todas las edades.

Como se puede comprobar en la tabla 32, en lo que respecta al ajuste del calzado al pie en anchura y por sexo, hemos obtenido

diferencias muy similares, si observamos las medias de las diferencias cuando el calzado es más ancho que el pie. Esta diferencia es de 1.03 cm. para los niños y 1.24 cm. para las niñas. En el caso contrario, en que el calzado es más estrecho que el pie, la media de las diferencias es de 1.18 cm. para el hombre y 1 cm. para la mujer (Véase tabla 33).

Hemos comprobado que las diferencias son más homogéneas para la anchura que para la longitud, condición que atribuimos a la menor dispersión de medidas en el ancho del pie con respecto a la longitud. Pensamos, asimismo, que éste es el motivo por el cual existen hormas de diferentes longitudes, pero sólo un ancho para cada longitud.

Es mucho lo encontrado en la literatura en cuanto a lo que hace referencia al ancho del calzado. Ya vimos en el primer objetivo cómo la forma de pie podía variar en función de muchos factores y cómo estas diferencias, generalmente, no se contemplan en el diseño y fabricación del calzado. A pesar de que, según nuestros resultados, el calzado en el escolar se ajusta mejor para la anchura que para la longitud -en el sentido de que es mayor el número de escolares que llevan un calzado más corto que más estrecho que su pie-, Delgado-Abellán y otros (2014) afirman que la mayoría de los problemas con el ajuste del calzado están relacionados con la anchura.

Desde nuestra perspectiva, este problema de ajuste se refiere más bien a la población adulta, porque, aunque hemos visto diferencias en cuanto a la anchura metatarsal en función del sexo, el pie del niño y la niña en las primeras etapas de la vida es muy similar, y las diferencias se van apreciando a medida que van creciendo (cuestión que debatiremos posteriormente).

Kadambande y otros (2006) y Mauch y otros (2009) señalan cómo en la mayoría de los sistemas de fabricación de calzado las diferencias en cuanto a la forma de los pies son compensadas solamente a costa de la longitud. Sugieren que el problema radica en que el calzado

disponible en el mercado no siempre tiene la capacidad de albergar diferentes anchos para un mismo largo y que, a menudo, el ancho que se tiene en cuenta es el del pie en descarga. Chen y otros (2009) indican cómo las medidas, tanto en longitud como en anchura, son mayores en carga que en descarga, mientras que Barisch-Fritza y otros (2014) van más adelante mostrando que, además, existen diferencias significativas entre las características morfológicas del pie en estática y en dinámica y que los valores deben considerarse para mejorar el ajuste del calzado.

Estos últimos especialistas, de hecho, argumentan que hasta hace poco tiempo estas diferencias morfológicas del pie entre la estática y la dinámica no habían sido contempladas por falta de tecnología. No obstante, actualmente sí existen dispositivos en el mercado para hacerlo.

Al respecto, Alemanny y otros (2012) sostienen que existen numerosos sistemas de adquisición tridimensional para caracterizar las formas y dimensiones del pie del usuario que permiten determinar la talla o hacer modificaciones en el calzado para conseguir un mejor ajuste, pero el traslado de las dimensiones antropométricas del pie al diseño del calzado se realiza de forma manual, ya que, aunque se utilizan herramientas de diseño asistido por ordenador, suele ser un experto el que modifica las zonas de ajuste de la horma sobre la base de su experiencia y criterios.

Sin embargo, nosotros consideramos que, aunque es evidente la necesidad de incorporar diferentes anchos para una misma talla, y de hecho existen para determinados calzados, es muy complicado llevarlo a la práctica. En Alemania se creó un sistema entre varios fabricantes de calzado infantil que utilizaban la longitud y la anchura para determinar el tamaño del calzado respetando las variaciones en cuanto al tamaño del pie y trabajando con tres anchuras. El resultado fue muy bueno, pero el problema era que los vendedores debían tener un

mínimo de tres pares de calzado por número, lo que hacía muy costoso el almacenamiento de los mismos.

Lo que realmente nos ha sorprendido a lo largo de nuestra investigación es que, a pesar de los estudios que existen en los que se ha visto implicado el ajuste del calzado como un factor capaz de producir determinadas patologías y la importancia que esto tiene para los pies de los escolares, a la hora de la verdad, cuando vamos a adquirir un nuevo calzado para nuestros escolares, seguimos comprobando su ajuste como hace más de 20 años: apreciando desde el exterior que no se marquen los dedos, introduciendo nuestro dedo por la parte posterior, fijándonos en las dobleces del material para comprobar la anchura, etc.

El problema radica, en nuestra opinión, en que todavía no se le ha dado la importancia que verdaderamente tienen a las consecuencias de un mal ajuste en el calzado. Insistimos, sobre ello, en que no existe regulación en cuanto al diseño y fabricación del calzado en nuestro país. Un ‘vacío’ muy importante, como muestran las conclusiones extraídas por Náchter y otros (2005), quienes realizaron un estudio para mejorar el ajuste comparando las medidas de las hormas empleadas para el calzado infantil con las medidas de los pies de una muestra grande de niños y niñas. Mediante este trabajo evidenciaron cómo cada uno de los fabricantes de calzado infantil utiliza “sus hormas”, ignorándose a partir de qué datos antropométricos y de qué grupo de población están diseñadas.

Incluso Yurt y otros (2014) sacaron a la luz cómo hay veces que los fabricantes de calzado no tienen en cuenta ni siquiera medidas antropométricas, sino que emplean hormas –hasta procedentes de otros países– para ajustarse a la moda. Estos fabricantes, según dichos autores, explican que diseñar las hormas realmente como deben ser y

en base a lo que la población necesita, supone un gasto elevado, incidiendo en la necesidad de regulación por parte de la ley.

Frente a todo esto, nuestro trabajo ha puesto de relieve claramente la necesidad de diseñar las hormas en función de las medidas antropométricas de los pies para los que se va a diseñar el calzado, con el fin de conseguir el mejor ajuste y confort. Hemos podido apreciar cómo cada fabricante tiene en cuenta las medidas que estima oportunas, y ya Ramiro y otros (1995) alertan de la falta de datos sobre la Antropometría del pie en España y de la antigüedad de los pocos disponibles. Delgado-Abellán y otros (2014) también se quejan de la falta de datos antropométricos.

Nuestra situación es diferente. Sabemos que sí hay datos antropométricos del pie, pero no tenemos acceso a ellos por encontrarse en manos de empresas privadas. De hecho, hemos intentado ponernos en contacto con este sector para ver de qué información se disponía en España en estos momentos y poder comparar nuestros resultados con los de su base de datos, y nunca obtuvimos respuesta. La investigación en cuanto al diseño y ajuste del calzado es de ámbito privado y es una pena que las personas que gobiernan nuestro país no se impliquen en este sentido.

Pensamos que todavía hace falta que la sociedad tome conciencia del problema para poder solucionarlo. Hace unos años, tuvieron que regular las tallas de las prendas de vestir porque eran los propios fabricantes los que decidían su diseño, y en base a las medidas corporales que ellos considerasen. Comenzaron por fabricar prendas más pequeñas de lo que habían sido anteriormente para la misma talla y esto dio lugar, a decir de algunos autores, a que muchas adolescentes cayeran en la anorexia. En nuestro caso, el hecho de no controlar el tema de la fabricación del calzado, no tiene consecuencias tan a corto plazo, pero sí que puede dar comienzo a un lento y progresivo proceso

de deformación del pie en los escolares e incapacitar o tener menor calidad de vida al llegar a la edad adulta e, incluso, antes.

6.2.4.3. Ajuste en alturas

Igual que en las dos medidas anteriores, el ajuste se calculó restando a la altura medida en el interior del calzado la del pie y obteniendo diferentes resultados positivos cuando queda un margen de espacio entre el pie y el calzado; negativos, en el caso de que la pala del calzado es más baja que el pie; y 0, cuando las medidas en altura del pie y el calzado son las mismas, con lo que el calzado queda justo.

Cuando nos planteamos medir las diferentes alturas partimos de aquellos relieves óseos que se podrían ver comprometidos con la pala del calzado. De esta forma, tuvimos en cuenta tres alturas en la parte dorsal del pie. La primera, la establecimos a la altura de la articulación interfalángica (A1), la medida no se tomó al azar sino que, con un nivel, establecimos previamente la más alta para cada escolar, y en esta altura se tomó la medida. Del mismo modo, se tomaron medidas en la articulación metatarsofalángica que se compararon con la segunda altura a este nivel en el calzado; y la tercera altura en el calzado, que correspondía a la mayor altura a nivel del empeine. Normalmente ésta estaba establecida a nivel de la segunda cuña, como afirma Goldcher (1992), pero podría estar localizada a cualquier nivel.

Hemos de decir que para nosotros es difícil discutir los resultados con los de otros autores, ya que, aunque sí que hemos encontrados estudios que tienen en cuenta alturas, éstas no se corresponden exactamente con las determinadas en nuestra investigación. Por otra parte, en la bibliografía revisada se aportan datos generales en cuanto a estos ajustes, pero en ningún momento hemos encontrado cifras concretas. Se dice que el calzado ha de tener suficiente espacio para

que los dedos se puedan mover libremente en todos los planos, pero no cuantifican este espacio.

A continuación, analizaremos los resultados de las diferencias entre las alturas, teniendo presentes estas consideraciones.

6.2.4.3.1. Ajuste a nivel de la tercera altura del calzado correspondiente a la altura en el empeine (2ª cuña) del pie (A_3)

Calculando las diferencias, obtenemos que el resultado es positivo para 263 escolares; negativo, en 120 escolares que tienen más altura en el empeine de la que les permite el calzado; y 21 escolares que presentan idénticas medidas (Véase gráfico 15).

6.2.4.3.2. Ajuste a nivel de la segunda altura del calzado correspondiente a la mayor altura a nivel de la articulación metatarsofalángica del pie (A_2)

En este resultado no hemos obtenido diferencias significativas entre la altura del calzado y la del pie. Por ello los resultados no son relevantes en cuanto a las diferencias positivas y las negativas (Véase gráfico 16).

6.2.4.3.3. Ajuste a nivel de la primera altura del calzado correspondiente a la mayor altura a nivel de la articulación interfalángica del pie (A_1)

En este análisis existe ya un número de diferencias negativas más elevado que las positivas, hablamos de que el 45.3% (N=229) de los escolares presentan mayor altura a nivel interfalángico del pie; 223 escolares, el 44.1%, en los que existe cierto espacio para el movimiento de los dedos; y, por último, 45 niños, lo que supone el 8.9%, en los que la diferencia es 0 (Véase gráfico 17).

Hemos considerado conveniente discutir el ajuste en alturas de forma conjunta para las tres. Como se puede comprobar en la tabla 55 contenida en el anexo 10, los valores obtenidos son muy similares tanto para las diferencias positivas como para las negativas.

Éstas son las diferencias de alturas encontradas por grupos de edad. Consideramos que hemos conseguido unos resultados al menos novedosos respecto al tema. En la revisión bibliográfica no se ha encontrado ningún estudio en el que se tenga en cuenta el ajuste en zonas tan concretas del dorso del pie, por lo que no hemos podido comparar conclusiones.

Como en ocasiones anteriores, primero discutiremos las diferencias positivas y a continuación las negativas.

Comparando las diferencias entre las tres alturas por sexo, obtenemos que no existen grandes diferencias. Se aprecia un mayor espacio entre la primera altura (A1) y la segunda altura (A2) del calzado con respecto al pie en la mujer, sin embargo la diferencia es menor para la tercera (A3) en la mujer que en el hombre (Véase tabla 42).

Teniendo en cuenta las diferencias negativas, pasa todo lo contrario, vemos que el calzado presenta menor altura que el pie para la mujer en A1 y en A2 y, sin embargo, en A3 la diferencia es menor para la mujer que para el hombre (Véase tabla 43).

Los datos obtenidos son totalmente contradictorios, algo que relacionamos con la diferencia en cuanto a los modelos de calzado.

En cuanto al ajuste del calzado al pie en función del centro escolar, queda más largo en el centro público que en el concertado, y la diferencia entre el calzado y el pie es mayor en el público (media de 1.7 cm. \pm 19.24) que en el concertado (media 0.9 \pm 10.52) (Véase tabla 36). Aunque queda mejor ajustado en longitud, teniendo en cuenta que lo recomendado es que el calzado sea 1.5 cm. mayor que el pie, sin embargo, comprobamos que la diferencia en anchuras es mayor para el centro concertado. De hecho, en los dos centros públicos vemos que tanto en el percentil 25 como en el 50 esta diferencia es 0, quedando el calzado totalmente pegado al pie en la zona metatarsal, y sólo en el

percentil 75 la diferencia es de 1 cm. En contraposición, en el centro concertado, la diferencia de anchuras de 2 cm. en el percentil 50 y 75 y 1 cm. en el 25 (Véase tabla 34).

Como indicamos, pensamos que este resultado se relaciona directamente con el modelo de calzado, en el concertado sólo se permite el del uniforme, y éste presenta una anchura interior superior al deportivo en casi todas las tallas, si tenemos presente que la mayoría de los escolares del centro público son los de menor edad y que, precisamente, la mayoría de llevaba calzado deportivo el día del análisis.

Como se puede ver en la tabla 28 los peores resultados en cuanto al ajuste en longitud del calzado al pie cuando el calzado queda corto lo hemos encontrado el CEIP Macarena. Las diferencias del ajuste en longitud entre la EEI Argote de Molina y el CEIP Beaterio de la Santísima Trinidad son mínimas en todos los percentiles y que éstas son mayores para el primer centro referenciado. Para las diferencias en el ajuste en anchura, hemos obtenidos datos idénticos por percentiles para los dos centros (Véase tabla 35).

El hecho de que el calzado quede peor ajustado tanto en longitud como en anchura en el CEIP Macarena lo vinculamos con la frecuencia del modelo de calzado utilizado por sus alumnos. Anteriormente pudimos observar que son 145 escolares de la muestra los que pertenecen a este centro y que 122 llevaban deportivas el día en que se recogieron los datos. Si analizamos las dimensiones interiores de este tipo de calzado, comprobamos que presentan la mayor longitud interior para las tallas 24, 26 y 27 y que no presentó nunca la mayor anchura en ninguna de las tallas. Si tenemos en cuenta la edad de los escolares de dicho centro escolar, vemos que está comprendida entre los 3 y los 12 años. Observamos, pues, que las primeras tallas pueden quedar dentro de Infantil, pero que en toda la Primaria los escolares no estarían llevando el calzado de mayores dimensiones interiores según

nuestro estudio. Por el contrario, el centro escolar en el que se han encontrado las menores diferencias negativas es el Beaterio de la Santísima Trinidad. En él, los niños más pequeños eran los que principalmente utilizaban deportivas. En el resto de edades, como expusimos, se usaban más otros modelos en los que hemos obtenido dimensiones interiores mayores tanto en longitud como en anchura en tallas superiores.

Nuevamente, y en contra de lo que podíamos haber esperado según lo mencionado por Espinoza y otros (2013), encontramos que no existe relación en el ajuste por centro escolar, si tenemos en cuenta el nivel socio-económico. Sea éste inferior o más alto, los resultados son muy similares. El mejor o peor ajuste estaría relacionado, por tanto, con el modelo de calzado

6.2.5. Objetivo 4: Determinar el ajuste en longitud y anchura del calzado al pie del escolar en función de la fórmula digital

Los resultados de nuestro estudio muestran cómo el 39.1% de los escolares presentan un pie griego; el 34.5%, egipcio; y un 26.4%, cuadrado.

En referencia a la diferencias por sexo teniendo en cuenta la fórmula digital, ésta es mínima para el pie cuadrado (26.3% hombres/ 26.5% mujeres), siendo el egipcio más frecuente en mujeres (38.2%) que en el hombre (31%) y el griego más frecuente en el hombre (42.7%) que en la mujer (35.3%) (Véase tabla 46). Coincidimos con Ogce y otros (2010) y Melero (2012) al afirmar que no existe relación entre el tipo de fórmula digital respecto al sexo, ya que en los resultados derivados de sus estudios tampoco son estadísticamente significativos.

Sin embargo, comparando nuestros resultados con los Chacón (2012) y Melero (2012) coincidimos con ellos y podemos afirmar el pie egipcio es más frecuente en las mujeres y el griego en los hombres. Por

el contrario, discrepamos con Pizones (2007), quien encuentra una mayor frecuencia de pie egipcio en los hombres que en las mujeres. Ramos (2007) también encuentra un mayor porcentaje de pie egipcio en el hombre, mientras que en las mujeres encontró el mismo porcentaje tanto para el pie egipcio como para el cuadrado.

La frecuencia de la fórmula digital es muy variable, como se puede observar en los estudios realizados por diferentes autores en diferentes grupos de población.

Hay autores como Gentil y Fuentes (1998), Pizones (2007) y Ramos (2007) que, en función de sus trabajos experimentales, señalan que la fórmula digital más frecuente es la de pie egipcio, seguida del pie griego y el cuadrado. Lelièvre y Lelièvre (1982), Goldcher (1992) y Melero (2012), sin embargo, comparten la frecuencia para el pie egipcio, pero señalan que la segunda fórmula digital más frecuente es la del pie cuadrado y la última, la del pie griego. Rivera y otros (2012), en su estudio en 476 escolares para analizar los factores de riesgo asociados a la conformación del arco longitudinal, señalan que 243 presentaban un pie cuadrado; 86, pie griego; y tan sólo 35, pie egipcio.

Hemos observado que no coincidimos con ninguno de los autores en cuanto a los resultados obtenidos al contemplar la frecuencia de la fórmula digital en nuestra población. El único estudio encontrado en el que se obtiene la misma distribución en cuanto a la fórmula digital es el referenciado por Viladot (2001), quien lo efectuó en Canadá y también obtuvo la mayor frecuencia para el pie griego (40%), seguido por una diferencia pequeña del egipcio (37%) y por el cuadrado (22%).

Curiosamente, y a pesar de la clasificación de la fórmula digital realizada por Moreno (2009), en ningún estudio se contempla el pie estándar.

Como hemos podido ver, el tema de la fórmula digital es muy variable y depende de muchos factores. Al hilo de ello, debemos recordar que no todos los autores especifican detalladamente el tipo de población en el que se realiza el estudio, también varía en función de las diferentes etnias, predisposición genética etc. Zambudio y otros (1982), por ejemplo, señalan que una mayor frecuencia de pie cuadrado puede obtenerse en niños pequeños, en los que las diferencias en cuanto a las dimensiones de longitud y anchura de sus pies pueden ser menos evidentes, con lo que da a entender que puede variar con el crecimiento. Por su parte, Viladot (2001) apunta la posibilidad de que las diferencias entre las frecuencias obtenidas por los distintos autores se deban a la forma de medir.

Si tenemos en cuenta los casos en los que la longitud del calzado es menor que la del pie, observamos que en el que menos diferencia hay y, por tanto, mejor se ajusta, es en el pie cuadrado, (-1.5 cm.), seguido por el egipcio (-1.8 cm.) y, por último, el griego (- 2cm.) (Véase tabla 48).

Realmente las diferencias son muy pequeñas y estadísticamente no se consideran significativas. Por los resultados obtenidos, llegamos a afirmar que en nuestra población la fórmula digital que peor se adapta al calzado es la griega, pese a enfrentarnos a las opiniones de otros autores, si bien coincidimos con ellos en que la que mejor se ajusta es el pie cuadrado (Goldcher, 1992; Ramos, 2007; Tejera, 2011).

El hecho de encontrar diferencia con lo que hasta ahora es lo más aceptado en cuanto al ajuste del calzado en función de la fórmula digital, nos ha llevado a replantearnos este tema.

Si nos fijamos en la puntera del calzado, vemos que pueden tener diferentes formas, no tiene por qué ser redonda o cuadrada. Lo lógico es que se vaya estrechando a nivel del primer y el quinto dedo, con lo que el mayor espacio quedaría siempre a nivel central. Hemos de tener muy presente que, si nos hacemos este planteamiento, cuadra perfectamente

lo descrito por los autores. No obstante, nosotros hemos tomado medidas muy concretas. Al trasladar la máxima longitud del pie al interior del calzado, por supuesto que se ha tomado en función del dedo más largo, pero no siempre el dedo mayor va a estar colocado de la misma forma en el interior del calzado. Así, es posible que presentando el escolar un pie griego, el segundo dedo no tenga por qué estar centrado en la parte de la puntera, donde hay mayor espacio, sino que puede estar desviado hacia el primer dedo y chocar con el extremo del calzado; de la misma manera que si hubiese sido egipcio, no sólo se ha de tener en cuenta la longitud del dedo sino la posición y orientación en el interior del calzado y la interacción con la puntera. No sabemos en qué se basan los otros autores ni si ellos lo han comprobado realmente o simplemente hacen las afirmaciones centrándose en estudios descriptivos.

En cuanto al ajuste en anchura en función de la fórmula digital y teniendo en cuenta los escolares en el que el calzado queda estrecho, observamos en la tabla 50 que las diferencias son muy pequeñas. Donde más estrecho resulta el calzado es en los escolares que tienen pie griego (-1.14 cm.), seguido por el pie cuadrado (-1.8 cm.) y, finalmente, el pie egipcio (-1.7cm.). Debemos precisar, que lo que medimos es la máxima anchura del pie trasladada al interior del calzado, con lo que medimos anchura metatarsal. No hemos encontrado ningún estudio que relacione la fórmula digital con la anchura metatarsal con lo que no hemos sido capaces de comparar los resultados ni llegar a una conclusión clara.

6.2.6. Objetivo 5: Comprobar si la longitud interior del calzado determinada por el fabricante coincide con la longitud interior real en todos los calzados

Al plantearnos este objetivo, lo que inicialmente queríamos comprobar era si la longitud interior del calzado se correspondía con la indicada según la talla. Como hemos visto en el marco teórico, un punto de París, se corresponde con 0.667 cm., es decir, que un calzado del número 30, por ejemplo, debe tener una longitud interior de 20 cm. En la etiqueta del calzado no aparece la talla en puntos de París sino que, debido a la normalización de las tallas, aparece en el sistema Europeo (EU). Esto significa la talla en punto de París más un punto que se añadió. Dicho lo anterior, si medimos un calzado de la talla 30 (EU), este se corresponde con la talla 29 en puntos de París. De esta forma hemos ido comparando las medidas. La finalidad era verificar si la misma talla en diferentes calzados presentaba la misma longitud interior, lo que significaría que podríamos fiarnos de la talla a la hora de seleccionar el calzado para los escolares.

Una vez puesto en marcha la comprobación experimental, nos percatamos de que nosotros lo que realmente hacíamos era comprobar si la máxima longitud del pie coincidía con la máxima longitud en el interior del calzado, pero no buscábamos la máxima longitud del calzado, de ahí que, consecuentemente, lográramos resultados diferentes entre la longitud interior marcada por el fabricante y la obtenida por nosotros.

Aunque el primer número de calzado utilizado por los escolares es el 24 (EU), éste no ha podido ser comparado con su equivalente en puntos de París (23pp). Tampoco se han comparado las medidas en las tres últimas tallas debido a la inexistencia de los números 41 y 42 en nuestra muestra. Así que, comenzando el análisis de la longitud interior de la talla 25 (EU) con la 24pp, hemos observado que en todas las tallas

hemos obtenido una longitud mayor a la que indica el fabricante (Véase tabla 51).

Éste es un dato positivo, pues, sobre todo en los niños pequeños, resulta más fácil descubrir si el calzado le queda grande (se le saldrá del talón al caminar) mientras que, si el calzado queda corto, puede pasar desapercibido. Obviamente, lo ideal es que el calzado quede bien ajustado, pero también hay que admitir que las consecuencias de llevarlo más pequeño son más perjudiciales que las de llevarlo de mayor tamaño.

Todo lo anterior no hace sino ratificar que hemos de tener mucho cuidado a la hora de elegir la talla de calzado adecuada. El IBV (1999) considera que la elección de la talla correcta es lo que determina el éxito del calzado.

Acerca de esta cuestión, hemos descubierto un artículo de periódico escrito por England en 1960 en el que ya se alerta del alto porcentaje de padres que adquieren el calzado para sus hijos sin probárselo previamente. Su opinión coincide con la que científicamente sostiene Baba (1974), quien, tras efectuar un estudio para demostrar las necesidades de conocer las medidas del pie para la fabricación del calzado, evidenció que muchas personas no conocen la longitud de su pie y, ni siquiera, si uno mide más que otro; lo único que tienen en cuenta es la talla. Por el contrario, el experto alega que lo ideal sería comprar el calzado en función de la morfometría del pie y compararla con las medidas del calzado. A pesar de ello, el Colegio Oficial de Podólogos de Andalucía (2014) y Hayashi y otros (2014) han reiterado, en trabajos posteriores, que la mayoría de las veces se elige el calzado sólo teniendo en cuenta la talla marcada en la etiqueta.

En esta dirección debemos situar las tesis de Levy y Cortés (2003), quienes han subrayado que la talla marcada en el calzado es una medida orientativa que puede ayudar a la hora de adquirirlo, pero que

cada fabricante puede tener hormas diferenciadas y no tienen por qué coincidir en longitud y dimensiones para una misma talla. Y esto es, justamente, lo que nosotros queríamos hacer evidente con esta investigación.

Otros autores, como Burns y otros (2002) y Hayashi y otros (2014), también aconsejan que se adquiriera el calzado en función de las medidas del pie, pero sin fiarse demasiado de la talla. De hecho, en el artículo publicado por Barnes (2010), la AAOS responsabiliza del hecho de que muchos escolares lleven un calzado más corto del que necesitan precisamente a que la talla marca una longitud interior, aunque la realidad es otra. El calzado, pues, mide menos de lo que indica el fabricante en la etiqueta.

Nuestra hipótesis es que este problema de diferencias de longitud para una misma talla se solucionaría si, como hemos argumentado anteriormente, las cuestiones relativas al diseño y la fabricación del calzado estuviesen reguladas por ley y no dependiesen de cada fabricante. Se trataría de establecer una normativa de obligado cumplimiento.

6.2.7. Objetivo 6: Determinar la curva de crecimiento de la longitud y anchura del pie en función de la edad y el sexo

Son varios los autores que afirman que el crecimiento más rápido del pie tiene lugar desde el nacimiento hasta los primeros años de vida. Gould y otros (1990), Mickle y otros (2008) y KidoShoe (2011) establecen esta etapa desde el nacimiento hasta los tres años, si bien el IBV (1999) retrasa su inicio –lo sitúa en el año y medio– y lo mantiene hasta los tres años y Núñez-Samper y Llanos (2007) sitúan este fenómeno en el primer año de vida.

En nuestro caso, al empezar el estudio en escolares de tres años, el crecimiento del pie anterior a esta edad ha quedado excluido del

examen. Dentro del margen de edad que contemplamos, Coughlin y Thompson (1995) señalan que, a partir de los tres años, el crecimiento se ralentiza hasta llegar a los 5. En nuestros escolares, sin establecer diferencias por sexo, si tenemos en cuenta la media del crecimiento por edad, observamos cómo este hecho se cumple, pues en el intervalo de 3 a 5 años se observa un crecimiento muy lineal y, a partir de los 6, la curva de crecimiento sube hasta llegar aproximadamente hasta los 9 años, momento en el que el crecimiento va más despacio. A partir de esta edad, vuelve a crecer hasta llegar a los 12 años. Analizando la gráfica 18, parece que decrece a los 12 años, circunstancia que achacamos a que a esta edad la *N* es muy pequeña, por lo que no la incluimos en nuestro estudio.

Al igual que Chacón (2012), si consideramos el crecimiento del pie en función del sexo, vemos cómo el crecimiento del pie de los niños es más lineal que el de las niñas, cuya curva de crecimiento presenta más picos (Véase gráfica 19).

Como podemos observar en la tabla 56 contenida en los anexos 11 el pie de las niñas es más pequeño a los 3 años pero, en el intervalo de 3 a 4, el pie del niño crece muy poco -tan sólo 0.7 mm.-, mientras que el de las niñas crece 8.3 mm., con lo que la longitud a los 4 años es prácticamente la misma para los dos sexos, quedando un poco por debajo el pie de los niños.

A partir de los 4,5 años, aproximadamente, el crecimiento se solapa hasta 6 años, edad en la que el pie del niño vuelve a ser más largo que el de las niñas hasta los 8 años, donde vemos un marcado pico de crecimiento en las niñas. El crecimiento del pie de los niños es de 4.4 mm., mientras que el de las niñas es de 22.3 mm. Como podemos observar en la tabla 56 contenida en los anexos 11. Desde esta edad, la curva va descendiendo y, aunque vuelve a presentar otro pico

de crecimiento a los 11 años, vemos cómo ya el pie de los niños es más largo que el de las niñas hasta los 12 años.

De igual forma, Chacón (2012) observa que el pie de los niños tiene mayor longitud que el de las niñas en todas las edades, pero también que a los 7 el de las niñas ya es ligeramente mayor que el de los niños y que esta diferencia continúa hasta los 9 años.

Un dato que llama la atención en las tablas es el escaso crecimiento del pie para los niños de los 3 a los 4 años. Sorprendidos por el hallazgo, recurrimos a la base de datos y comprobamos que en esa etapa coincidía con que la mayoría de los niños de 3 años habían nacido en el último semestre y los de 4 en el primero, con lo que la diferencia de edad no era de un año sino que, en ocasiones, se trataba de meses.

En cuanto al final del crecimiento, Núñez-Samper y Llanos (2007) y Ebri (2001) señalan que tiene lugar a los 15 años, en el colectivo masculino y a los 13, en el femenino. De ellos difiere Tachdjian (1999), quien fecha este acontecimiento a los 14 y 12 años, respectivamente, mientras que Cheng y otros (1997) admiten la misma edad para las niñas, aunque vuelven a alargar la de los varones hasta los 15 años.

González (2000) sintetiza lo anterior afirmando que se acepta que el pie de las niñas deja de crecer en torno a los 12-13 años y el de los niños, alrededor de los 14-15 años, por lo que se supone que a estas edades los pies alcanzarían ya su tamaño final.

Nosotros, por la edad de la muestra, no hemos podido analizar el final del crecimiento del pie por sexos, aunque sí hemos apreciado que, a partir de los 8 años y medio hasta los 11, ya el pie de las niñas presenta siempre menor longitud que el de los niños, dejando de crecer entre los 11 y los 12 años. En el caso de los niños, a la edad de 12 años el crecimiento sigue siendo ascendente. Teniendo en cuenta nuestros

resultados, podemos determinar que el pie de las niñas deja de crecer a los 11 años y el de los niños continúa por más tiempo, aunque no podamos establecer hasta cuándo (Véase gráfica 19).

Hay un grupo de edad, en nuestro caso en las niñas de 8-9 años, en el que el pie es más pequeño que en el grupo de edad inmediatamente inferior (7-8 años) (ver tabla 57 contenida en anexos 12). Sin embargo, los de mayor edad presentan mayor anchura, es decir, que en el grupo de edad de 9 años los pies son más cortos y más anchos que los de 8 años, una variedad morfológica del pie que puede estar influenciada por factores no controlados en nuestro estudio, como las etnias. Además, hemos observado una situación similar en el trabajo de Chacón (2012), en el que las medidas -tanto de longitud como en la anchura- son menores en las niñas de 10 años que en las de 9, contingencia para la que este autor tampoco encuentra una explicación clara.

Al mismo tiempo, volvemos a coincidir con Chacón (2012) en lo concerniente a que el crecimiento del pie tanto en longitud como en anchura sigue una progresión aritmética y va aumentando a medida que crece la edad del escolar.

Si observamos la gráfica 20 la curva de crecimiento de la anchura del pie por sexo, veremos cómo al principio, a diferencia de lo que pasaba en la longitud, son prácticamente iguales y, a partir de los 3.5 años, ya el pie de los niños es siempre más ancho que el de las niñas. En este caso también apreciamos otra diferencia respecto a Chacón (2012), y es que el crecimiento en anchura del pie de las niñas es más suave, más lineal, mientras que el de los niños presenta más picos.

En función de los resultados obtenidos, consideramos que las divergencias morfológicas entre los pies de las niñas y de los niños comienzan a los 9 años, ya que es a partir de este momento cuando las

dimensiones de los pies de ellas se sitúan por debajo de las de los niños.

Las magnitudes halladas coinciden prácticamente con lo que hemos encontrado en la literatura en cuanto al cambio de calzado en función del crecimiento del pie, por lo que hemos considerado oportuno incluir nuestra aportación al respecto en la tabla realizada en el marco teórico, con el objetivo de facilitar una comprobación de los mismos de forma gráfica y sencilla (Véanse tablas 56 y 58 contenida en los anexos 11 y 13).

Debido a la edad de los escolares de nuestro estudio, hemos considerado la primera etapa a partir de los 3 años y, como explicamos, no hemos podido evidenciar el crecimiento en la última etapa.

Aprovechando el estudio realizado sobre el crecimiento del pie, determinamos establecer los percentiles de crecimiento del pie en longitud en función del sexo. Llevar a cabo este proyecto ha sido motivante para nosotros, ya que no conocemos la existencia de ninguna clasificación del crecimiento del pie por percentiles (Ver gráficas 21 y 22).

Hemos de advertir que estas conclusiones no pueden considerarse suficientemente rigurosas ni universales, dado que nuestra fuente estadística era demasiado limitada como para ello. No obstante, sí consideramos que son significativas como para anotarlas e, incluso, abrir nuevas vías de estudio. Además, los percentiles de crecimiento se establecen con niños sanos y nosotros sólo hemos descartado a los escolares que presentaban alguna deformidad, antecedente de historia quirúrgica previa en el miembro inferior o alguna patología que afectase al miembro inferior, y sólo hemos tenido en cuenta las dimensiones del pie más largo, con lo que no hemos podido establecer un estándar. Recordemos, pues, que es algo orientativo y, sobre todo, a disposición de la investigación.

Con la discusión de este objetivo, pensamos que realmente hemos objetivado las diferencias referidas al crecimiento y a las diferencias morfológicas del pie en cuanto al sexo. De este modo, consideramos importante volver a remarcar la trascendencia de estas variables de cara al diseño y la fabricación del calzado.

6.3. Limitaciones de la investigación

Existen varios sistemas de adquisición tridimensional que permiten caracterizar la forma y dimensión del pie y, sin embargo, hemos encontrado una gran dificultad para trasladar las medidas al interior del calzado. El medidor diseñado por el CAM y empleado en la investigación ha sido de gran utilidad, aunque su manejo está excesivamente condicionado por la habilidad manual.

En cualquier caso, nuestra meta última continúa siendo que el escolar pueda adquirir el calzado en función de la morfología del pie y no de la talla, razón por la que seguiremos en esta línea de investigación.

Dentro de ésta, incidiremos en primer lugar en la búsqueda de un instrumento de medida que palie las deficiencias detectadas y que, además, permita analizar el ajuste del calzado al pie de forma rápida y sencilla en los propios establecimientos de venta del mismo. De esta forma, los fabricantes podrán tener la satisfacción de ofrecer un mejor producto y los padres, la tranquilidad de obtener el calzado que sus hijos necesitan, erradicando riesgos para su salud podológica. Un acierto garantizado por un diseño profesional que adquiere especial importancia en el caso de los escolares de corta edad, aún torpes para expresar sus sensaciones.

6.4. Prospectiva de futuro

En nuestro estudio se han evidenciado incongruencias entre las dimensiones interiores del calzado y las del pie del escolar. Es importante destacar la importancia de este hallazgo, ya que está demostrado que el llevar un calzado de ajuste inadecuado en la etapa escolar está relacionado con el riesgo de padecer patologías que pueden quedar instauradas en la edad adulta.

En la etapa escolar, todavía estamos a tiempo para rectificar debido a que la misma plasticidad del pie para ser deformado por el calzado se puede utilizar para su recuperación, si el menor lleva un calzado fisiológico.

Consecuentemente, estos hallazgos adquieren un papel significativo en cuanto atañe a la salud pública por el gran número de escolares en los que se ha detectado un ajuste inadecuado del calzado. Además, en este ámbito, evidencia la necesidad de trabajar desde la Podología Preventiva y Comunitaria, con vistas a eliminar este factor de riesgo y evitar, de este modo, patologías incapacitantes en la edad adulta. Éste es, también, el contexto en el que podrían abrirse nuevas vías para la investigación.

Uno de los métodos que proponemos para trasladar esta realidad al colectivo de afectados es la realización de charlas de Educación para la Salud dirigidas a padres, escolares y a la población en general, en las que se proporcione información integral acerca de la importancia y necesidad de llevar un calzado debidamente ajustado.

El traslado de estos resultados a la industria del calzado es, coherentemente con nuestro planteamiento, uno de nuestros compromisos. Entendemos que el calzado personalizado para cada escolar sería el que mejor se adaptaría al pie, pero habría tantas formas de calzado como pies, y esto sería, en la práctica, imposible. No

obstante, en el diseño y la fabricación de las hormas del calzado es imprescindible tener en cuenta las dimensiones y formas del pie de la población a la que se destina y contemplar su variación entre la estática y la dinámica, las diferencias en cuanto a la edad y el sexo. Cuestiones todas que sí pensamos que serían factibles en la aplicación práctica por parte de la industria.

Como resultado de los anterior, se extrae también la imperiosa necesidad de establecer una normativa, unos estándares extensibles y obligatorios, a tener en cuenta por los fabricantes del calzado y, específicamente, el dirigido a los menores de edad.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

7. CONCLUSIONES

M^a Luisa González Elena

7. CONCLUSIONES

El trabajo efectuado, y argumentado en las páginas precedentes, nos permiten extraer, al menos, siete conclusiones precisas, en cuyas causas no ahondaremos de nuevo para evitar ser prolijos y en favor de la claridad.

- 1.** En nuestro estudio, el día de la exploración, el 59.2% de los escolares llevaba un calzado de mayor longitud que su pie; el 33.3%, uno que le quedaba corto; y el 7.5%, un calzado de la misma longitud que su pie.
- 2.** Un 64.3% de los escolares utilizaban un calzado de mayor anchura que su pie, el 7.9% llevaba un calzado estrecho y en el 27.5% de los casos la anchura del calzado y la del metatarso son exactamente iguales.
- 3.** No existe relación significativa entre las diferencias del ajuste del calzado y el sexo.
- 4.** El calzado en los escolares se ajusta mejor en anchura que en longitud.
- 5.** En el diseño del calzado, existe mayor variedad en cuanto a las dimensiones interiores del calzado para la longitud que para la anchura.
- 6.** El pie griego es el que peor se ajusta al calzado.
- 7.** Un mal ajuste del calzado al pie no está relacionado con el nivel socio-económico de los escolares.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

8. RESUMEN

M^a Luisa González Elena

8. RESUMEN

Una inquietud personal, como madre y podóloga, fue lo que impulsó la realización de esta investigación. Existe una gran dificultad para encontrar un calzado adecuado para la población escolar, pero lo realmente inquietante es el saber si éste se adapta a la morfología de estos pies en crecimiento. El pie del niño es diferente al pie del adulto y un mal ajuste del calzado le puede producir patologías incapacitantes en la edad adulta.

El objetivo principal es comprobar el ajuste del calzado al pie del escolar, con vistas a prevenir las citadas alteraciones o deformidades en el futuro.

Para realizar la investigación, se diseñó un instrumento que nos permitiese tomar medidas de la longitud, anchura y alturas en tres niveles del dorso del pie y que, a su vez, nos facilita el traslado de magnitudes al interior del calzado. El ajuste del calzado al pie mediante este medidor fue analizado tomando como referencia el pie más largo en 505 escolares (249 niños y 256 niñas) de edades comprendidas entre los 3 y los 12 años.

Sintetizando, concluimos que el escolar lleva un calzado más largo del que necesita en un 59.2% de los casos, y con una anchura superior a la recomendada, en el 64.3%. Por el contrario, hemos encontrado que el 33% de los alumnos emplea un calzado de menor longitud que su pie y un 7.9%, un calzado estrecho.

Insistimos en que esta investigación está realizada con una finalidad preventiva; hemos pretendido contribuir a identificar un posible factor de riesgo que pone en compromiso la salud podológica de los escolares.

Desde esta premisa, los resultados del trabajo serán trasladados a la industria del calzado, y es fundamental que este sector tome conciencia del problema y se implique en su resolución. Es esencial que

el diseño y fabricación de las hormas del calzado tengan en cuenta las dimensiones y formas del pie de la población a la que se destina y contemplar su variación entre la estática y la dinámica, así como las diferencias en cuanto a la edad y el sexo de sus usuarios.

Esta investigación, asimismo, deja la puerta abierta a posteriores estudios, pues aún queda mucho por hacer en este campo y somos muchos los profesionales dispuestos a luchar por el futuro de la salud podológica.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

9. BIBLIOGRAFÍA

M^a Luisa González Elena

9. BIBLIOGRAFÍA

1. **Abolarin T, Aiyegbusi A, Tella A, Akinbo S.** Predictive factors for flatfoot: The role of age and footwear in children in urban and rural communities in South West Nigeria. *The Foot*. 2011; 21(4): 188-192.
2. **Alemaný S.** Alliance footwear apuesta por la biomecánica para optimizar la funcionalidad y el confort de una nueva línea de calzado con doble prestación uso urbano habitual y práctica de deportes de deslizamiento (Scootering, Skating, Kick Boarding). *Rev biomec*. 2001; 33: 13-14.
3. **Alemaný S, Gil S, Moraga R, Medina E, González JC, Díaz J, Prat JM, Solves C, Olaso J.** Personalización de calzado en el punto de venta. *Rev biomec*. 2012; 58: 29-33.
4. **Alemaný S, Nácher B, Gil M, Gamez J, De Rosario H, Mateo B, Gil S, González JC.** El IBV acoge la primera conferencia WEAR en España sobre innovación a través de la antropometría. *Rev biomec*. 2011; 55: 39-42.
5. **Alonso T, Mariscal E, Armadá M, Zuluaga P.** Antropometría neonatal: Comparación étnica. *Acta Pediatr Esp*. 1999; 57: 309-312.
6. **Alfageme MP.** Postura del pie según el IMC y la actividad física. Estudio de investigación en 835 niños de entre 6 y 12 años. *Podoscopio*. 2014; 1(63): 1324-1330.
7. **Argimon JM, Jiménez J.** Métodos de la investigación clínica y epidemiológica. Barcelona: Elsevier; 2013.
8. **Ashizawa K, Kumakura C, Kusumoto A, Narasaki S.** Relative foot size and shape to general body size in Javanese, Filipinas and Japanese with special reference to habitual footwear types. *Ann Hum Biol*. 1997; 24(2): 117-129.

9. **Asociación Médica Mundial.** Declaración de Helsinki de la AMM- Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 18^a Asamblea Médica Mundial. Helsinki (Finlandia). 1964. [En línea]. [Consultado 1 febrero de 2014]. Disponible en: <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>
10. **Arroyo M.** Detección precoz de las patologías del pie en la infancia y su abordaje Kinésico. [Disertación]. Mar del Plata: Universidad Fasta. Facultad de ciencias médicas; 2013.
11. **Aycart J, González M.** Valoración funcional del pie. *Med integr.* 1993; 21(5): 175-180.
12. **Baba K.** Foot measurement for shoe construction with reference to the relationship between foot length, foot breadth, and ball girth. *J Human Ergol.* 1974; 3(2): 149-156.
13. **Baumgartner R, Hartmut S.** Tratamiento ortésico-protésico del pie. Barcelona: Masson; 1997.
14. **Bari SB, Othman M, Salleh MN.** Foot anthropometry for shoe design among preschool children in malaysia. *Pertanika J Soc Sci & Hum.* 2010; 18(1): 69-79.
15. **Barisch-Fritz B, Schmeltzpfenning T, Planka C, Graub S.** Foot deformation during walking: differences between static and dynamic 3D foot morphology in developing feet. *Ergonomics.* 2014; 57(6): 921-933.
16. **Barnes LW.** The right fit matters, shoe studies suggest. *Ler.* 2010. [En línea]. [Consultado: 28 agosto de 2013]. Disponible en: <http://lermagazine.com/article/the-right-fit-matters-shoe-studies-suggest>
17. **Barton CJ, Bonanno D, Menz HB.** Development and evaluation of a tool for the assessment of footwear characteristics. *J Foot Ankle Res.* 2009; 2(10): 1-12.

18. **Berral FJ.** Protocolo de medidas antropométricas. Jornadas Médico Sanitarias sobre Atletismo. Diputación Provincial de Huelva. 2012.
19. **Bill K.** Get your kids into minimalist shoes to ensure natural foot development. [En línea]. Natural Running Center. 2011. [Consultado: 28 agosto de 2013]. Disponible en: http://lermagazine.com/cover_story/thinking-small-making-strides-in-childrens-footwea
20. **Bivings L.** Feet and Shoes in infancy and childhood. J Natl Assoc Chirop. 1954; 44(12): 49-55.
21. **Bleck EE.** The shoeing of children: sham or science? Dev Med Child Neurol. 1971; 13(2): 188-195.
22. **Bosch K, Gerss J, Rosenbaum D.** Preliminary normative values for foot loading parameters of the developing child. Gait Posture. 2007; 26(2): 238-247.
23. **Branthwaite H, Chockalingam N, Grogan S, Jones M.** Footwear choices made by young women and their potential impact on foot health. J of Health Psychol. 2013; 18(11): 1422-1431.
24. **Bresnahan P.** Flatfoot deformity pathogenesis: A trilogy. Clin Podiatr Med Surg. 2000; 17(3): 505-512.
25. **Brownrigg P.** The foot and footwear. Aust Fam Physician. 1996; 25(6): 895-899.
26. **Burns SL, Leese GP, McMurdo ME.** Older people and ill fitting shoes. Postgrad Med J. 2002; 78(920): 344-346.
27. **Caballero JE.** El calzado infantil. Rev Esp Podol. 2009; 20(5): 196-200.

28. **Caillet R.** Síndromes dolorosos de tobillo y pie. México: Manual modern; 1971.
29. **Canadian Paediatric Society.** Footwear in children. Paediatr Child Health. 2009; 14(2): 121-122.
30. **California Podiatric Medical Association.** Los pies de sus hijos. [En línea]. [Consultado: 28 agosto de 2013]. Disponible en: <https://www.podiatrists.org/visitors/foothhealth/espanol/children>
31. **Caraben M.** El calzado ortopédico infantil Auladelafarmacia. 2004. [En línea]. [Consultado: 10 enero de 2014]. Disponible en: www.auladelafarmacia.com/.../1313998927633_revAulFarm_migr_AU.
32. **Carmenate L, Moncada F, Borja EW.** Manual de medidas antropométricas. Programa de salud, trabajo y ambiente en América Central. Costa Rica: Saltra; 2014.
33. **Casteleiro R, García M.** El calzado infantil, criterios para su prescripción. Rev Esp Pediatr. 1987; 43(3): 195-198.
34. **Catoira A.** Revisión bibliográfica: los problemas podológicos más frecuentes en las personas mayores [Disertación]. Coruña: Facultad de Enfermería y Podología. Universidad de la Coruña; 2014.
35. **Céspedes T, Dorca A.** La exploración podológica y su importancia en los tratamientos neurológicos. Rev Esp Podol. 1998; 9(7): 331.
36. **Cetin A, Sevil S, Karaoglu L, Yucekaya B.** Prevalence of flat foot among elementary school students, in rural and urban areas and at suburbs in Anatolia. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2011; 21(5): 327-331.

37. **Chacón F.** Parámetros antropométricos del pie del escolar [Tesis]. Sevilla: Departamento de Podología. Universidad de Sevilla; 2012.
38. **Chaiwanichsiri D, Tantisiriwat N, Janchai S.** Proper shoe sizes for Thai elderly. *Foot*. 2008; 18(4): 186-191.
39. **Chen JP, Chung MJ, Wang MJ.** Flatfoot Prevalence and Foot Dimensions of 5- to 13-Year-Old Children in Taiwan. *Foot Ankle Int*. 2009; 30(4): 326-332.
40. **Cheng JC, Leung SS, Leung AK, Guo X, Sher A, Mak AF.** Change of Foot Size with Weight bearing. A Study of 2829 Children 3 to 18 Years of Age. *Clin Orthop Relat Res*. 1997; 342: 123-131.
41. **Cintora P.** Historia del calzado. Zaragoza: Ediciones Aguaviva; 1988.
42. **Cocera C.** Tratamiento fisioterapéutico del esguince de tobillo. Un caso clínico [Disertación]. Jaén: Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Jaén; 2015.
43. **CGCOP (Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos).** Código Deontológico de la Podología. Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Podólogos; 2014.
44. **Colegio Profesional de Podólogos de Andalucía.** Un calzado inapropiado puede poner en peligro la salud de tu hijo. 2014. [En línea]. [Consultado: 29 noviembre de 2014]. Disponible en: www.colegiopodologosandalucia.org/noticias/leer.php?id=242
45. **Colegio Profesional de Podólogos de Valencia.** Los podólogos advierten de que el uso de un “calzado incorrecto es una de las causas de la aparición de deformaciones. *Infosalud.com*. 2011. [En línea]. [Consultado: 10 abril de 2012]. Disponible en: <http://www.infosalus.com/salud-investigacion/noticiapodologos-advierten-uso-calzado-incorrecto-causas-apariciondeformaciones-20110830121336.html>

46. **Collado S, Pascual F, Álvarez A, Rodríguez LP.** Análisis de la marcha. Factores moduladores. *Biociencias*. 2003; 1: 1-18.
47. **Comunidad Virtual del cuero.** Numeración del calzado. [En línea]. [Consultado: 1 abril de 2015]. Disponible en: <http://cueronet.com/zapatos/numeracion.htm>
48. **Consejo de Europa.** Convenio para la protección de los Derechos Humanos y la dignidad del ser humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina. Convenio sobre los Derechos Humanos y la Biomedicina. Oviedo. 1997. [En línea]. [Consultado: 27 noviembre de 2014]. Disponible en: <http://www.unav.es/cdb/coeconvenccion.html>
49. **Coughlin MJ.** Juvenile Hallux Valgus: ethiology and treatment. *Foot and ankle Int*. 2005; 16(11): 682-697.
50. **Coughlin MJ, Thompson FM.** The high price of high-fashion footwear. *Instr Course Lect*. 1995; 44: 371-377.
51. **D'Août K, Pataky TC, De Clercq D, Aerts P.** The effects of habitual footwear use: foot shape and function in native barefoot walkerst. *Footwear Sciencie*. 2009; 1(2): 81-94.
52. **Del Castillo M, Delgado AD.** Síndromes dolorosos del pie en el niño. *Rev Pediatr Aten Primaria*. 2001; 3(9): 67-84.
53. **De los Mozos R, Alfageme A, Ayerdi E.** Evolución de las medidas antropométricas del pie infantil. Estudio descriptivo estratificado. *Gac Med Bilbao*. 2002; 99(3): 58-62.
54. **De los Mozos R, Alfageme A, Ayerdi E.** Evolución de las medidas antropométricas del pie infantil. Estudio descriptivo global. *Gac Med Bilbao*. 2003; 100(2), 43-46.
55. **De los Mozos R, Alfageme A, Ayerdi E.** Evolución de las medidas antropométricas del pie infantil: valoración de la bóveda plantar. *Gac Med Bilbao*. 2004; 101(3): 101-103.

56. **Delgado-Abellán L, Aguado X, Jiménez-Ormeño E, Mecerreyes L, Alegre LM.** Foot morphology in Spanish school children according to sex and age. *Ergonomics*. 2014; 57(5): 787-797.
57. **Delgado VE, González M, Aycart J.** El pie en el niño. *Med Integr*. 1993; 21(10): 375-383.
58. **Diligent J, Diebold PF.** Metatarsalgias estáticas. *EMC-Podología*. 2014; 16(1): 1-13.
59. **Dimeglio A.** Ortopedia infantil cotidiana. Barcelona: Masson; 1991.
60. **Dimeglio A, Bonnel JB.** Le croissance du pied. Pied normal et méthodes d'exploration du pied. *Monographies de podologie*. Paris: Masson; 1981.
61. **Ebri JR.** Ortopedia: Conceptos básicos relativos a los problemas más frecuentes en miembro inferiores y raquis. *Traumatología y Ortopedia*. 2º Foro Pediátrico de Atención Primaria en Extremadura. 2001. [En línea]. [Consultado: 10 junio de 2012]. Disponible en: <http://www.spapex.org/pdf/foro2.pdf>
62. **Ebrí B, Asiron P, Nieto JL, Pellejero S, Gómez JM, Jiménez L.** Aspecto cronológico y morfológico de los puntos de osificación del tarso. Estudio porcentual de huesos accesorios. *Arch Fac Med Zaragoza*. 1978; 26(1-3): 47-56.
63. **Ebri JR.** El pie infantil: crecimiento y desarrollo. Deformidades más frecuentes: pie doloroso. *Pediatr Integral*. 2002; 6(5): 431-452.
64. **Echarri JJ, Forriol F.** Desarrollo de la morfología de la huella plantar en niños congoleños y su relación con el uso de calzado. *Rev Ortop Traumatol*. 2003; 47(6): 395-399.

65. **Echevarría C.** Bases semiológicas y funcionales del miembro inferior. Sevilla: Secretariado publicaciones universidad de Sevilla; 2006.
66. **El Mundo.** El zapato de cuero más antiguo del mundo. [En línea]. [Consultado: 4 septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www.elmundo.es/elmundo/2010/06/09/ciencia/1276107270.html>
67. **Elvira JLL, Vera-García FJ, Meana M, García JA.** Análisis biomecánico del apoyo plantar en la marcha atlética. Relación entre la huella plantar, ángulos de la articulación subastragalina y presiones plantares. Motricidad Eur J Human Mov. 2008; 20: 41-60.
68. **Emsile M.** Prevention of foot deformities in children. Lancet. 1939; 2: 1260-1263.
69. **England MD.** Shoes and feet. Br Med J. 1960; 1(5175): 803.
70. **Engle ET, Morton DJ.** Notes on foot disorders among natives of the Belgian Congo. J Bone Joint Surg. 1931; 13: 311-318.
71. **Espinosa N.** Don't rely on stated shoe size. AAOS (American Academy of Orthopaedic Surgeons). 2009. [En línea]. [Consultado: 4 septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www.aaos.org/news/aaosnow/mar09/clinical5.asp>
72. **Espinoza-Navarro O, Olivares UM, Palacios NP, Robles FN.** Prevalencia de anomalías de pie en niños de enseñanza básica de entre 6 a 12 años, de colegios de la ciudad de Arica-Chile. Int J Morphol. 2013; 31(1): 162-168.
73. **Farrington D.** Curso básico Fundación SECOT: Ortopedia infantil. Barcelona: Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología; 2003.
74. **Fernández J.** Reflexiones sobre el uso y abuso del calzado. Revistapodología.com en español. 2005; 3: 6-10. [En línea].

- [Consultado: 3 abril de 2015]. Disponible en: <http://www.revistapodologia.com/revistapodologia-com-n-3-espanil-download>
75. **Fernández M.** Análisis del crecimiento del pie y relaciones entre sus principales parámetros y entre la estatura y el peso en una muestra de españoles del norte (Asturias). En: **Comas J.** Estudios de Antropometría biológica. III Coloquio de Antropometría Física. México DF: Instituto de Investigaciones Antropológicas; 1987. 135-146.
76. **Fortes JL, Hernández R.** Las consultas por problemas infantiles sin motivo patológico en Atención Primaria. *Med Integr.* 1997; 29(9): 393-397.
77. **Forriol F, Pascual JA.** Morfología de la huella plantar desde los tres años hasta la finalización del crecimiento. *Rehabilitación.* 1990; 24(3): 153-157.
78. **Franch M, Infante M. M, Albiol JM.** Cronología de osificación del pie. *Radiogoniometría. El Peu.* 2004; 24(3): 148-158.
79. **Friends J, Augustine E, Danoff J.** A comparison of different assessment techniques for measuring foot and ankle volume in healthy adults. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008; 98(2):85-94.
80. **García J.** El Desarrollo del Pie. Parte 1. *Revistapodologia.com.* 2011. [En línea]. [Consultado: 5 marzo de 2012]. Disponible en: <http://www.revistapodologia.com/revistapodologia-com-n-12-espanol-download>
81. **Gentil I.** Podología preventiva: niños descalzos igual a niños más inteligentes. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas.* 2007; 1(1): 27-34.
82. **Gentil I, Becerro de Bengoa R.** Podología preventiva en el niño en edad preescolar y escolar. *El Peu.* 2001; 21(3): 129-137.

83. **Gentil I, Fuentes M.** Salud podológica en una población escolar. *Rev Esp Podol.* 1998; 9(2): 93-112.
84. **Giannestras N.** Trastornos del pie. Barcelona: Salvat editores S.A; 1979.
85. **Gil S, González JC.** Estudio de mercado de los consumidores sobre la marca IBV/certificación del calzado infantil. *Rev biomec.* 2002; 35: 15-17.
86. **Glendon MP.** If the shoe fit... wear it. *Pediatr Nurs.* 1987; 13(4): 230-232,271
87. **Goldcher A.** Podología. París: Masson; 1992.
88. **Gómez B.** Determinación de un modelo predictivo de la edad ósea sobre radiografías del pie en periodo de crecimiento [Tesis]. Madrid: Departamento de Toxicología y Legislación Sanitaria. Universidad Complutense de Madrid; 2013.
89. **Gonda E, Katayama K.** Big feet in Polynesia: Asomatometric study of the Tongans. *Anthropological Science.* 2006; 114(2), 127-131.
90. **González JC.** Valoración y mejora de las propiedades funcionales del calzado infantil. *Rev biomec.* 2000; 29: 15-17.
91. **González JC.** Puesta a punto de la certificación IBV de calzado para plantilla infantil. *Rev biomec.* 2001; 30: 15-17.
92. **González JC.** Introducción a la patología del pie infantil. *Rev Esp Reumatol.* 2003; 30(9): 514-515.
93. **González JC, Gil S, Alemany S, Nácher B, Puigcever SA, Solves C, Tito M, Prat JM, García AC, Vera PM, Soler C, Ramiro JF.** I+D+I Dirigida a la industria del calzado y sus componentes. Cuadernos de Biomecánica. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia; 2006.

94. **Gould N, Moreland M, Trevino S, Alvarez R, Fenwick J, Bach N.** Foot growth in children age one to five years. *Foot Ankle*. 1990; 10(4): 211-213.
95. **Grueguer B.** Canadian Paediatric Society, Community Paediatric Committe. Footwear for children. CPS. 2009. [En línea]. [Consultado: 28 agosto de 2013]. Disponible en: <http://www.cps.ca/documents/position/footwear-for-children>
96. **Harrison SJ, Cochrane L, Abboud RJ, Leese GP.** Do patients with diabetes wear shoes of the correct size?. *Int J Clin Pract*. 2007; 61(11): 1900-1904.
97. **Hawes MR, Sovak D.** Quantitative morphology of the human foot in a North American population. *Ergonomics*. 1994; 37(7): 1213-1226.
98. **Hawes MR, Sovak D, Miyashita M, Kang SJ, Yoshihuku Y, Tanaka S.** Ethnic differences in forefoot shape and the determination of shoe comfort. *Ergonomics*. 1994; 37(1): 187-196.
99. **Hayashi R, Hosoya S.** Effect of Improperly Sized Shoes on Gait. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*. 2014; 7(3): 327-337.
100. **Hernández RH.** Prevalencia del pie plano en niños y niñas en las edades de 9 a 12 años. *Rev int med cienc act fis deporte*. 2006; 6(23): 165-172.
101. **Hillstrom HJ, Buckland MA, Slevin CM, Hafer JF, Root LM, Backus SI, Kraszewski AP, Whitney KA, Scher DM, Song J, Furmatto J, Choate CS, Scherer PR.** Effect of Shoe Flexibility on Plantar Loading in Children Learning to Walk. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2013; 103(4): 297-305.
102. **Hoffmann P.** Conclusions drawn from a comparative study of the feet of barefooted and shoe-wearing peoples. *Am J Orthop Surg*. 1905; 23(2): 105-136.

103. **Hollander K, Riebe D, Campe S, Braumann KM, Zech A.** Effects of footwear on treadmill running biomechanics in preadolescents children. *Gait Posture*. 2014; 40(3): 381-385.
104. **Hong Y, Wang L, Qing Xu DQ, Xian Li JX.** Gender differences in foot shape: a study of Chinese young adults. *Sports Biomech*. 2011; 10(2): 85-97.
105. **IBV (Instituto de Biomecánica de Valencia).** El pie calzado. Guías para el asesoramiento en la selección del calzado de calle, deportivo, infantil, para personas mayores y para plantillas. Valencia: Generalitat Valenciana-Ministerio de Industria y Energía; 1999.
106. **James CS.** Footprints and feet of natives of the Salomon Islands. *Lancet*. 1939; 2: 1390-1393.
107. **Jiménez R, Martín ML, Pérez SM.** Estudio técnico del calzado. *El Peu*. 2003; 23(3): 140-146.
108. **Jiménez-Castellanos J, Catalina CJ, Carmona A.** Anatomía humana general. Sevilla: Secretariado de Publicaciones Universidad de Sevilla; 2009.
109. **Jiménez-Ormeñom E, Aguado X, Delgado-Abellán L, Mecerreyes L, Alegre LM.** Foot morphology in normal-weight, overweight, and obese schoolchildren. *Eur J Pediatr*. 2013; 172(5): 645-652.
110. **Junta de Andalucía.** ¿De qué partes consta el calzado? ¿De qué materiales está hecho? [En línea]. [Consultado: 28 agosto de 2015]. Disponible en: http://www.consumoresponde.es/art%C3%ADculos/de_que_partes_consta_el_calzado_de_que_materiales_esta_hecho
111. **Junta de Andalucía.** ¿Están normalizadas las tallas para el calzado? [En línea]. [Consultado: 28 agosto de 2015]. Disponible en:

http://www.consumoresponde.es/art%C3%ADculos/estan_normalizadas_las_tallas_para_el_calzado

112. **Junta de Andalucía.** Información obligatoria en el etiquetado del calzado. [En línea]. [Consultado: 28 agosto de 2015]. Disponible en: http://www.consumoresponde.es/art%C3%ADculos/informacion_obligatoria_en_el_etiquetado_del_calzado
113. **Kadambande S, Khurana A, Debnath U, Bansal M, Hariharan, K.** Comparative anthropometric analysis of shod and unshod feet. *The Foot*. 2006; 16(4):188-191.
114. **Kato T, Watanabe S.** The etiology of hallux valgus in Japan. *Clin Orthop Relat Res*. 198; (157): 78-81.
115. Kid o Shoes. Things Every Parent should know about their children's feet. 2011. [En línea]. [Consultado: 28 agosto de 2013]. Disponible en: <http://www.kidoshoe.com/things-every-parent-should-know-about-their-children%E2%80%99s-feet>
116. **Kirby KA.** Biomechanics of the normal and abnormal foot. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2000; 90(1): 30-34.
117. **Klein C, Groll-Knapp E, Kundi M, Kinz W.** Increased hallux angle in children and its association with insufficient length of footwear: A community based cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2009; 10(159): 1-7.
118. **Krauss I, Grau S, Mauch M, Maiwald C, Horstmann T.** Sex-Related Differences in Foot Shape. *Ergonomics*. 2008; 51(11): 1693-1709.
119. **Krauss I, Langbein C, Horstmann T, Grau S.** Sex-related differences in foot shape of adult Caucasians-a follow-up study focusing on long and short feet. *Ergonomics*. 2011; 54(3): 294-300.

120. **Krauss I, Valiant G, Horstmann T, Grau, S.** Comparison of female foot morphology and last design in athletic footwear – Are men’s lasts appropriate for women? *Res Sports Med.* 2010; 18(2): 140-156.
121. **Kusumoto A.** Comparative foot dimensions in Filipino rural children and Tokyo children. *Ann Hum Biol.* 1990; 17(3): 249-255.
122. **Lee YC, Wang MJ.** Taiwanese adult foot shape classification using 3D scanning data. *Ergonomics.* 2015; 58(3): 513-523.
123. **Lee YC, Lin G, Wang MJ.** Comparing 3D foot scanning with conventional measurement method. *Foot Ankle Res.* 2014; 7(44): 1-10
124. **Lelièvre J.** Anatomía humana. París: Masson; 1977.
125. **Lelièvre J, Lelièvre JF.** Patología del pie. Barcelona: Masson; 1982.
126. **Leung AK, Cheng JC, Mak AF.** A cross-sectional study on the development of foot arch function of 2715 Chinese children. *Prosthet Orthot Int.* 2005; 29(3): 241-253.
127. **Levy AE, Cortés JM.** Ortopodología y aparato locomotor. Ortopedia de pie y tobillo. Barcelona: Masson; 2003.
128. **Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.** BOE, nº 102, de 29 de abril de 1986.
129. **Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.** BOE, nº 298, de 14 de diciembre de 1999.
130. **Ley 41/2002 básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.** BOE, nº 274, de 15 noviembre de 2002.

131. **Lim PQ, Shields N, Nikolopoulos N, Barrett JT, Evans AM, Taylor NF, Munteanu SE.** The association of foot structure and footwear fit with disability in children and adolescents with Down syndrome. *J Foot Ankle Res.* 2015; 8(4): 1-10.
132. **López D.** Fascitis Plantar [disertación]. Soria: Escuela Universitaria de Fisioterapia. Universidad de Valladolid; 2014.
133. **López D, Bouza MA, Requeijo A, Saleta JL, Bautista A, Alonso F.** Impacto de la altura del arco del pie en la calidad de vida, de escolares de entre 6 y 12 años. *Colom Med.* 2014; 45(4): 168-172.
134. **López D, Ortiz LM, Saleta JL, Bouza MA, García MM, Alonso F.** Determinación de la presión plantar en personas que utilizan ortesis a medida en el pie. *Gac Med Mex.* 2015; 151(3): 318-322.
135. **López D.** Manual de podología. Conceptos, aspectos psicológicos y práctica clínica. Madrid: CERSA; 2012.
136. **López A, Hernández LC.** El pie en los albores del siglo XXI. Mieres: Federación Española de Podólogos; 1997.
137. **Mckee JJ.** Bady needs new shoes. *Hygeia.* 1942; 20: 142-143.
138. **McPoil TG.** Footwear. *Phys Ther.* 1988; 68(12): 1857-1865.
139. **Manna I, Pradhan D, Ghosh S, Kar SK, Dhara P.** A comparative study of foot dimension between adult male and female and evaluation of foot hazards due to using of footwear. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2001; 20: 241-246.
140. **Martínez A.** Podología. Atlas de cirugía ungueal. Madrid: Panamericana; 2006.

141. **Martínez R, Serra L.** Evolución morfogenética de las extremidades inferiores en la etapa de crecimiento (1ª parte). *Rev Esp Podol.* 1994; 5(4): 198-208.
142. **Martínez R, Serra L.** Evolución morfogenética de las extremidades inferiores en la etapa de crecimiento (2ª Parte). *Rev Esp Podol.* 1994; 5(5): 254-264.
143. **Martínez R.** El pie en la evolución del ser humano. Desarrollo, trastornos y prevención. Madrid: Visión Net; 2007.
144. **Massó N.** El pie en la danza clásica. *Cent Investig Flamenco Telethusa.* 2010; 3(3): 20-25.
145. **Mauch M, Grau S, Krauss I, Maiwald C, Horstmann T.** Foot Morphology of Normal, Underweight and Overweight Children. *Int J Obes.* 2008; 32(7): 1068-1075.
146. **Mauch M, Grau S, Krauss I, Maiwald C, Horstmann T.** A New Approach to Children's Footwear Based on Foot Type Classification. *Ergonomics.* 2009; 52(8): 999-1008.
147. **Mauch M, Mickle KJ, Munro BJ, Dowling AM, Grau S, Steele, J R.** Do the feet of german and design. *Ergonomics.* 2008; 51(4): 527-539.
148. **Melero G.** Estudio de aspectos culturales y antropométricos relacionados con la salud del pie del escolar, según la nacionalidad [Disertación]. Sevilla: Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología. Universidad de Sevilla; 2012.
149. **Menz, HB.** Two Feet, or One Person? Problems Associated with Statistical Analysis of Paired Data in Foot and Ankle Medicine. *The Foot.* 2004; 14(1): 2-5.
150. **Menz HB, Auhl M, Ristevski S, Frescos N, Munteanu SE.** Evaluation of the accuracy of shoe fitting in older people using three-dimensional foot scanning. *J Foot Ankle Res.* 2014; 23; 7(3): 1-9.

151. **Merlo-Longhi ME.** La importancia de respetar los tiempos. *Medicina naturista.* 2015; 9(1): 9-12.
152. **Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ.** Is the foot structure of preschool children moderated by gender? *J Pediatr Orthop.* 2008; 28(5): 593-596.
153. **Mital M.** Children's feet: common worries of parents-1. *Prof Care Mother Child.* 2000; 10(2): 33-34.
154. **Mix G.** *Podología: cuidados del pie.* Madrid: Paraninfo S.A; 2001.
155. **Montes ML.** El uso del calzado: ¿Cuándo, por qué? Y sus consecuencias. *Rev Mex Med Fis Rehab.* 2007; 19: 54-55.
156. **Montón JL, Cortés O.** El pie normal y su patología infantojuvenil más prevalente. *Pediatr Integr.* 2014; 18(7): 442-456.
157. **Moreno JL.** Mínimos exigibles al calzado según criterios podológicos. *Rev Esp Podol.* 1996; 7(4): 213-221.
158. **Moreno JL.** *Podología general y Biomecánica.* Barcelona: Masson; 2009.
159. **Morrison SC, Durward BR, Watt GF, Donaldson MDC.** Prediction of Anthropometric Foot Characteristics in Children. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2009; 99(6): 497-502.
160. **Morton DJ.** *The human foot - its evolution, physiology and functional disorders.* New York: Columbia University Press; 1935.
161. **Muller S, Carlsohn A, Muller J, Baur H, Mayer F.** Static and Dynamic Foot Characteristics in Children Aged 1-13 Years: A Cross-Sectional Study. *Gait Posture.* 2012; 35(3): 389-394.

162. **Nácher B, Alemany S, García J, Heras S, Juan A.** Desarrollo de un sistema para la predicción del ajuste del calzado basado en técnicas avanzadas de análisis de formas. *Rev biomec.* 2005; (43): 17-23.
163. **Nácher B, González C, Ovejero T, Olaso J.** Proyecto Archibald: desarrollo de un calzado infantil innovador que aumenta la estabilidad en los primeros pasos. *IBV.* 2005; 25(1): 10-18.
164. **Núñez-Samper M y Llanos LF.** Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Barcelona: Masson; 2007.
165. **Ogce F, Ozyalçin MD, Ozkan S.** Characteristics of Foot Ailments in Ege Region. *Turkiye Klinikleri Med Sci.* 2010; 30(1): 97-106.
166. **Olaso J, Pomar A, Part R, Ferrandis R, González JC, Fayos Sancho J, Valero M.** Asesoramiento en el desarrollo de un nuevo calzado infantil, basado en criterios biomecánicos, para la etapa de transición entre el gateo y la marcha erguida. *Rev biomec.* 2010; 54: 41-45.
167. **Orrit I.** El escafoides accesorio y su relación con el pie valgo-plano. *Rev Esp Podol.* 1997; 8(6): 339-346.
168. **Paiva de Castro A, Rebelatto JR, Aurichio TR.** The relationship between foot pain, anthropometric variables and footwear among older people. *Appl Ergon.* 2010a; 41(1): 93-97.
169. **Paiva de Castro A, Rebelatto JR, Aurichio TR.** The relationship between wearing incorrectly sized shoes and foot dimensions, foot pain, and diabetes. *J Sport Rehabil.* 2010b; 19(2): 214-225.
170. **Pérez AM.** Estudio de caracterización de los pies y análisis de la intervención sanitaria podológica en pacientes con patología psiquiátrica institucionalizada [Tesis]. Plasencia: Departamento de Anatomía, Biología celular y Zoología. Universidad de Extremadura; 2014.

171. **Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M.** Prevalence of Flat Foot in Preschool-Aged Children. *Pediatrics*. 2006; 118(2): 634-639.
172. **Philips RD.** The normal foot. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2000; 90(7): 342-345.
173. **Pizones, F. J.** Estudio de la osificación del segundo radio del pie en la edad pediátrica [Tesis]. Alcalá de Henares: Departamento de Cirugía. Universidad de Alcalá de Henares; 2007.
174. **Polit DF, Hungler BP.** Investigación Científica en Ciencias de la Salud. México: McGraw-Hill; 2000.
175. **Prats B.** Alteraciones de las partes blandas. *Rev Esp Reumatol*. 2003; 30(9): 503-507.
176. **RAE (Real Academia Española de la Lengua).** Diccionario de la lengua española. 23^a ed. Madrid: Espasa-Calpe; 2014.
177. **Rajchel-Chyla B, Skrzyńska B, Janocha M, Gajewski, R.** The foot length changes due to age as well as load during ambulation and determination of the toe allowance. *Przegląd Włokienniczy*. 2012; 66(3): 23-26.
178. **Ramiro J, Alcántara E, Forner A, Ferrandis R, García-Belenguer AC, Durá JD, Vera P.** Guía de recomendaciones para el diseño del calzado. Valencia: IBV; 1995.
179. **Ramos J.** Detección precoz y confirmación diagnóstica de alteraciones podológicas en población escolar [Tesis]. Sevilla: Departamento de podología. Universidad de Sevilla; 2007.
180. **Ramos Galván J, Lomas M, Martínez L, García R.** Bases para implantar un programa de promoción de la salud podológica en la población escolar. *Rev Esp Podol*. 2006; 17(6): 274-284.
181. **Rao UB, Joseph B.** The influence of footwear on the prevalence of flat foot: a survey of 2300 children. *J Bone Joint Surg*. 1992; 74(4): 525-527.

182. **RD. 1720/2007, de 21 de diciembre**, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal. BOE n. ° 1719, de enero 2008.
183. **Revenga C, Bulo MP.** El pie plano valgo: evolución de la huella plantary factores relacionados. Rev Ortop Traumatol. 2005; 49: 271-280.
184. **Rincón O.** Diseño de sistema de tallaje de guantes de protección basado en la antropometría de la población colombiana [Tesis]. Bogotá D.C: Facultad de Enfermería. Universidad de Colombia; 2014.
185. **Rivera G, Torres R, Franco M, Rios R, Martínez F, Pérez E, Duarte D.** Factores de riesgo asociados a la conformación del arco longitudinal medial y del pie plano sintomático en una población escolar metropolitana en México. Acta Ortop Mexi. 2012; 26(2): 85-90.
186. **Robledo MM, Sánchez JA.** Estimación de edad en niños. Estudio radiológico del tobillo. Gac int cienc forense. 2013; (7): 41-45.
187. **Robbins SE, Hanna AM, Gouw GJ.** Overload protection avoidance response to heavy plantar surface loading. Medi Sci Sports Exerc. 1988; 20(1): 85-92.
188. **Robledo MM, Sánchez JA, Pumar M, Labajo E, Perea E.** Determinación de edad ósea en adolescentes. Estudio Radiológico de Pie Y Tobillo. Revista de la escuela de medicina legal. 2008; 7: 22-33.
189. **Rotés M, González L.** El pie en crecimiento. Rev Esp Reumatol. 2003; 30(9): 516-535.
190. **Rubio MC.** Con buen pie, la industria del calzado. 2009. [En línea]. [Consultado: 18 agosto de 2015]. Disponible en: <http://www.tecnicaindustrial.es/tifrontal/a-2939-Con-buen-pie.aspx>

191. **Rubio G.** Aproximación a la calzadoterapia en la sociedad actual. [Disertación]. Coruña: Facultad de Enfermería y Podología. Universidad de la Coruña; 2013.
192. **Ruiz MA, Rodríguez MA, Ruiz A P, León FJ.** Los pies del niño, motivo de consulta en rehabilitación. *Acta Pediatr Esp.* 2004; 62(3): 92-98.
193. **Sacco IC, Onodera N, Bosch K, Rosenbaum D.** Comparisons on foot anthropometry and plantar arch indices between German and Brazilian children. *BMC Pediatrics.* 2015; 15(4): 2-6.
194. **Sachithanandam V, Joseph B.** The influence of footwear on the prevalence of flat foot: a survey of 1846 Skeletally mature persons. *J Bone Joint Surg Br.* 1995; 77(2): 254-257.
195. **Saghazadeh M, Kitano N, Okura T.** Gender differences of foot characteristics in older Japanese adults using a 3D foot scanner. *J Foot Ankle Res.* 2015; 8(29): 1-7.
196. **Sánchez O.** Monografías médico-quirúrgicas del aparato locomotor. Barcelona: Masson; 1997.
197. **Sim-Fook L, Hodgson AR.** A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population. *J Bone Joint Surg.* 2009; 40(1): 33-39.
198. **Staheli LT.** Shoes for children: a review. *Pediatrics.* 1991; 88(2): 371-375.
199. **Staheli LT.** Footwear for children. *Instr Course Lect.* 1994; 43: 193-197.
200. **Staheli LT.** Planovalgus foot deformity. Current status. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1999; 89(2): 94-99.
201. **Slavkovi NS, Vukasinović ZS, Bascarević ZL.** Foot examination in the period of development. *Acta Chir Jugosl.* 2011; 58(3): 91-95.

202. **Solves C, Gil S.** EL IBV coordina un Proyecto dirigido a incrementar el confort del calzado "Made in Spain". *Rev biomec.* 2006; 46: 21-24.
203. **Starr L.** Children's shoes. *JAMA.* 1953; 151(16): 1401-1403.
204. **Tachdjian MO.** Ortopedia clínica pediátrica. Buenos Aires: Médica Paramericana; 1999.
205. **Tejera AJ, Quiñones MC, Delgado EM, Arias Y, Supervieda EE.** Algunas consideraciones sobre el hallux valgus. *Mediciego.* 2011; 17(2): 1-10.
206. **Testut L, Latarjet A.** Tratado de anatomía humana. Barcelona: Salvat; 1965.
207. **Thompson JC.** Netter. Atlas práctico de anatomía ortopédica. Barcelona: Masson; 2011.
208. **Thompson ALT, Zipfel B.** The unshod child into womanhood—forefoot morphology in two populations. *The foot.* 2005; 15(1): 22-28.
209. **Tomassoni D, Traini E, Amenta F.** Gender and age related differences in foot morphology. *Maturitas.* 2014; 79(4): 421-427.
210. **Unger H, Rosenbaum D.** Gender-specific differences of the foot during the first year of walking. *Foot Ankle Int.* 2004; 25(8): 582-587.
211. **Viladot A.** Patología del antepié. Barcelona: Springer-Velarg Ibérica; 2001.
212. **Viladot A.** Quince lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Toray; 1989.
213. **Viladot R, Cohi O, Clavell S.** Ortesis y prótesis del aparato locomotor, tomo II. Barcelona: Masson; 1997.
214. **Viladot A, Álvarez F.** Patología del pie calzado. *Jano.* 1995; 49(1129): 1222-1226.

215. **Viladot A, Viladot R.** 20 lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Mayo; 2009.
216. **Volpon JB.** Footprint Analysis During the Growth Period. *J Pediatr Orthop.* 1994; 14(1): 83-85.
217. **Wagner P, Zanolli D, Keller A, Wagner E, Ortiz C.** Hallux Valgus en el adulto: conceptos actuales y revisión del tema. *Contacto Científico.* 2015; 5(2): 74-77.
218. **Walther M, Herold D, Sinderhauf A, Morrison R.** Children sport shoes--a systematic review of current literature. *J Foot Ankle Surg.* 2008; 14(4): 180-189.
219. **Waseda A, Suda Y, Inokuchi S, Nishiwaki Y, Toyama Y.** Standard growth of the foot arch in childhood and adolescence--derived from the measurement results of 10,155 children. *J Foot Ankle Surg.* 2014; 20(3): 208-214.
220. **Wedge JH.** Assessing children's legs and feet. *Can Fam Physician.* 1985; 31: 595-598.
221. **Weiss J, De Jong A, Packer E, Bonanni L.** Purchasing infant shoes: Attitudes of parents, pediatricians, and store managers. *Pediatrics.* 1981; 67(5): 718-720.
222. **Wells LH.** The foot of the South African native. *American J Phys Anthropol.* 1931; 15(2), 185-289.
223. **Wenger DR, Mauldin D, Morgan D, Sobol MG, Pennebaker M, Thaler R.** Foot growth rate in children age one to six years. *J Foot Ankle* 1983; 3(4):207-210.
224. **Witana CP, Feng J, Goonetilleke RS.** Dimensional differences for evaluating the quality of footwear fit. *Ergonomics.* 2004; 47(12): 1301-1317.

225. **Wolf S, Simon J, Patikas D, Schuster W, Armbrust P, Doderlein L.** Foot motion in childrens shoes: a comparison of barefoot walking with shod walking in conventional and flexible shoes. *Gait Posture*. 2008; 27(1): 51-59.
226. **Wunderlich RE, Cavanagh PR.** Gender differences in adult foot shape: implications for shoe design. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33(4): 605-611.
227. **Xiong S, Goonetilleke RS, Witana CP, Lee EYL.** Modelling foot height and foot shape-related dimensions. *Ergonomics*. 2008; 51(8): 1272-1289.
228. **Yurt Y, Sener G, Yakut Y.** Footwear suitability in Turkish preschool-aged children. *Prosthet Orthot Int*. 2014; 38(3): 224-231.
229. **Zipfel B, Berger LR.** Shod versus unshod: the emergence of forefoot pathology in modern humans? *The Foot*. 2007; 17(4): 205-213.
230. **Zalacaín AJ, Prats B, Vergés C.** Pie infantil y uso de ortesis plantares. *An Pediatr Contin*. 2011; 9(2): 136-140.
231. **Zambudio R, López F, Bolaños J, Tirado B, Romero M, Tirado M.** Estudio de la fórmula digital y medidas de los pies en un grupo de 616 niños. *Rehabilitación*. 1982; 16(2): 145-148.
232. **Zwart JJ.** Deformidad en garra de los dedos del pie. *Jano*. 2004; 66(1516): 1460-1465.

10. ANEXOS

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 1

M^a Luisa González Elena

Estructura Anatómica/Autores	Lelièvre (1945)	Testud (1965)	Martínez (1994)	Ebri (en el tarso) 2004	Franch Manrique (2004)	Núñez Samper (2007)	Netter (2011) Thompson	Beatriz (2013)
Calcáneo	Presente en el nacimiento 5-6 meses v. fet Secundario: 7-10 años	Primario: Presente en el nacimiento 4-5 meses v. fet. Secundario: 7-10 años	Primario: Presente en el nacimiento 5 meses v. fet. Secundario: 7 años Terciario: 7 años (apófisis del 5° metatarsiano)	En la época fetal Secundario: 4-11 años	Primario: Presente en el nacimiento 5 mes v. fet Secundario: 7-10 años	Primario: Presente en el nacimiento 5-6 mes v. fet Secundario: 7-10 años	Primario: Presente en el nacimiento 6 mes v. fet Secundario: 9 años	Primario: Presente en el nacimiento Secundario: 8 años y 6 meses en las niñas 9 años y 5 meses en los niños
Astrágalo	Presente en el nacimiento 7 meses v. fet	Presente en el nacimiento 4-5 meses v. fet	Presente en el nacimiento 7 mes v. fetal	En la época fetal	Presente en el nacimiento 6-7 meses v. fet		Presente en el nacimiento 7 meses v. fet	Primario: Presente en el nacimiento Secundario: 10 años y 8 meses en niñas 11 años y 3 meses en niños
Cuboïdes	Nacimiento	1 año	Presente en el nacimiento (8 mes v.fet)	Presente en el nacimiento 5-6 meses v. fet hasta los 2 años	Presente en el nacimiento (en el momento de nacer en feto a término)	Presente en el nacimiento o 1 año de vida	Presente en el nacimiento	Presente en el nacimiento vs 3 meses de vida en niñas y 6 meses de vida en niños No lo puede constatar
Escafoïdes	4-20 meses	4-5 años	3 años	6 años	2-4 años	2-5 años	4 años	2 años en niñas 4 años en niños
1ª Cuña medial	2 años	1 año	1 año	Desde el año hasta los 5	1 año y 3 meses	2 años	3 años	2-4 años en niñas

				años			2 años	3 años	4 años	2-5 años en niños
2ª Cuña intermedia	3 años	4-5 años	2 años y 5 meses	Desde el año hasta los 5 años	2 años	2 años	2 años	3 años	4 años	2-4 años en niñas 2-5 años en niños
3ª Cuña lateral	2,5 años	4-5 años	2 años y 5 meses	Desde el año hasta los 5 años	2 años		2 años	4-20 mes de vida	1 año	3-4 meses de vida No lo puede construir
1º Metatarsiano			Primario: principio del 3º mes Secundario: 2 años		Primario: 8 meses Secundario: 2 años y 2 meses		Primario: 3 meses de vida Secundario: 3-4 años	Primario: 9 semanas de vida fetal Secundario: 5-8 años	Primario: presente en el nacimiento Secundario: 2-4 años en niñas 2-5 años en niños	
2º Metatarsiano			Primario: principio del 3º mes Secundario: 2 años		Primario: 8 meses Secundario: 2 años y 4 meses		Primario: 9-10 semanas de vida Secundario: 3-4 años	Primario: 9 semanas de vida fetal Secundario: 5-8 años	Primario: presente en el nacimiento Secundario: 2-4 años en niñas 2-5 años en niños	
3º Metatarsiano			Primario: principio del 3º mes Secundario: 2 años		Primario: 8 meses Secundario: 3 años y 4 meses		Primario: 9-10 semanas de vida Secundario: 3-4 años	Primario: 9 semanas de vida fetal Secundario: 5-8 años	Primario: presente en el nacimiento Secundario: 2-4 años en niñas 2-5 años en niños	
4º Metatarsiano			Primario: principio del 3º mes Secundario: 2 años		Primario: 8 meses Secundario: 3 años y 4 meses		Primario: 9-10 semanas de vida Secundario: 3-4 años	Primario: 9 semanas de vida fetal Secundario: 5-8 años	Primario: presente en el nacimiento Secundario: 2-4 años en niñas 2-5 años en niños	

5° Metatarsiano								niños
Sesamoideos								
1ª Falange (Proximal)								
2ª Falange (Media)								
	Primario: principio del 3º mes Secundario: 2 años		Primario: 8 meses Secundario: 3años y 4 meses	Primario: 9- 10 semanas de vida Secundario: 3-4 años 12-14 años (aunque pueden ser visibles a los 8)	Primario: 9 semana de vida fetal Secundario: 5-8 años		Primario: presente en el nacimiento Secundario: 2-4 años en niñas 2-5 años en niños Sesamoideos 8 años en niñas 9 años niños	
	Primario: 12 años Sesamoideos							
	Primario: 1º,2º,3º,4º y 5º Dedo: finales del 3º mes Secundario: 2,5 años		Primario: 1º,2º,3º,4º y 5º Dedo: 14 meses	Primario: 1º,2º,3º,4º y 5º Dedo: 2-4 mes de vida intrauterina	Primario: 1º,2º,3º,4º y 5º Dedo: 10 semanas de vida fetal Secundario: 2-3años		Primario: 1º,2º,3º,4º y 5º Dedo: Presente en el nacimiento Secundario: 1º,2º,3º,4º Dedo 2-4 años 5º Dedo: 5 años en niñas	
	Primario: 2º,3º,4º y 5º Dedo: finales del 3º mes Secundario: 2,5 años		Primario: 2º,3º,4º y 5º dedo: final 4 mes v. fet Secundario: 2º,3ºy 4º Dedo: 4 años 5º Dedo: 8 años y 8 meses.	Primario: 2º,3º,4º y 5º Dedo: 2-4 mes de vida intrauterina	Primario: 2º,3º,4º y 5º Dedo: 10 semanas de vida fetal Secundario: 2-3años		Primario: 2º,3º,4º y 5º Dedo Presente en el nacimiento Secundario: 1º,2º,3º,4º Dedo 2-4 años 5º Dedo: 5 años en niñas	

3ª Falange (Distal)			<p>Primario: 1°, 2°, 3°, 4° y 5°</p> <p>Dedo: finales del 3º mes</p> <p>Secundario: 2,5 años</p>		<p>Primario: 1° Dedo: 9 semana v. fet. 2°, 3°, 4° y 5° Dedo: 11-12 semana v. fet</p> <p>Secundario: 1° Dedo: 2 años y 2 meses. 2°, 3° Dedo: 2 años y 10 meses 4° Dedo: 4 años y 8 meses 5° Dedo: 9 años y 6 meses</p>	<p>Primario: 1°, 2°, 3°, 4° y 5°</p> <p>Dedo: 2-4 mes de vida intrauterina</p>	<p>Primario: 1°, 2°, 3°, 4° y 5°</p> <p>Dedo: 10 semanas de vida fetal</p> <p>Secundario: 2-3 años</p>	<p>6 años en niños</p> <p>Primario: 1°, 2°, 3°, 4° y 5° Dedo</p> <p>Presente en el nacimiento</p> <p>Secundario: 1°, 2°, 3°, 4° Dedo</p> <p>2-4 años</p> <p>5° Dedo: 5 años en niñas 6 años en niños</p>
---------------------	--	--	---	--	---	--	---	---

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 2

M^a Luisa González Elena



A quien pueda interesar:

El Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Sevilla, habiendo examinado el Proyecto “¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?; Análisis comparativos con fines preventivos” presentado por D. José Ramos Galván emite el siguiente informe,

El proyecto cumple los requisitos exigidos para experimentación en sujetos humanos y en animales, y se ajusta a las normativas vigentes en España y en la Unión Europea.

Sevilla, a 11 de julio de 2013.

EL PRESIDENTE DEL COMITE,



Fdo.: Prof. Dr. Fernando Rodríguez Fernández.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 3

M^a Luisa González Elena

Variables de filiación	
1. Apellidos y nombre del escolar	
2. Edad	
3. Sexo	
4. Centro escolar	
5. Fecha de exploración	
Variables fisiológicas	
1. Longitud del pie más largo	
2. Anchura del metatarso del pie más largo	
3. Máxima altura a nivel de la articulación interfalángica (medida sobre el pie más largo)	
4. Máxima altura a nivel de la articulación metatarsofalángica del pie más largo	
5. Máxima altura en el dorso del pie, generalmente situada a nivel de la segunda cuña del pie más largo	
6. Fórmula digital: Pie egipcio, cuadrado o griego	
Variables sobre el calzado	
1. Modelo de calzado	
2. Longitud interior del calzado correspondiente al pie más largo	
3. Longitud interior del calzado correspondiente al pie más largo	
4. Anchura interior del calzado, correspondiente a la zona más ancha del pie más largo	
5. Máxima altura interior a nivel de la pala del calzado, correspondiente a la localización de la máxima altura de la articulación interfalángica del pie más largo	
6. Máxima altura interior a nivel de la pala del calzado, correspondiente a la localización de la máxima altura de la articulación metatarsofalángica del pie más largo	
7. Máxima altura interior a nivel de la pala del calzado, correspondiente a la localización de la máxima altura en la zona del dorso (generalmente la segunda cuña) del pie más largo	
8. Talla del calzado (sistema de numeración europeo)	

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 4

M^a Luisa González Elena

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

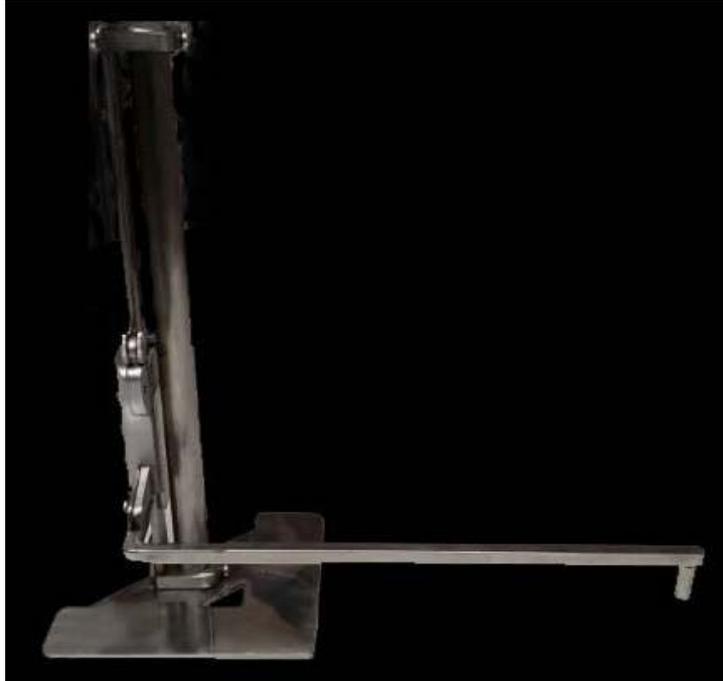
Gramil

Descripción del equipo:

Se trata de un gramil diseñado a medida para la medida de alturas y la traslación de posiciones relativas sobre un Grid graduado.

Características:

- Display Digital LCD para la lectura directa de la cota de altura.
 - Posibilidad de cambiar el origen y por tanto de calcular una altura relativa.
 - Medida de cota de altura hasta 130 mm.
 - Resolución de 0,01 mm.
 - Función bloqueo de medida mediante tornillo de seguridad.
 - Posibilidad de mostrar la Medida en mm o en pulgadas.
 - Palpador con punta Roma.
 - Repetibilidad: 0,50 mm.
 - Exactitud: ± 1 mm.
-



Medición de cotas de alturas:

Para la medición de cotas de altura, es necesario encender el equipo, apoyar la base firmemente y hacer cero en la posición desde la que se desee medir. El movimiento del palpador en sentido vertical generará una diferencia de cota de altura en el display LCD del equipo.

Traslación de posiciones relativas:

Para la traslación de posiciones relativas podrán utilizarse las aristas perpendiculares de la base, las cuales permiten posicionar y orientar el gramil dentro de un grid. La posición relativa del palpador respecto a la base del gramil puede marcarse gracias a que el gramil está orientado en el grid y el palpador presenta una distancia horizontal fija.

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

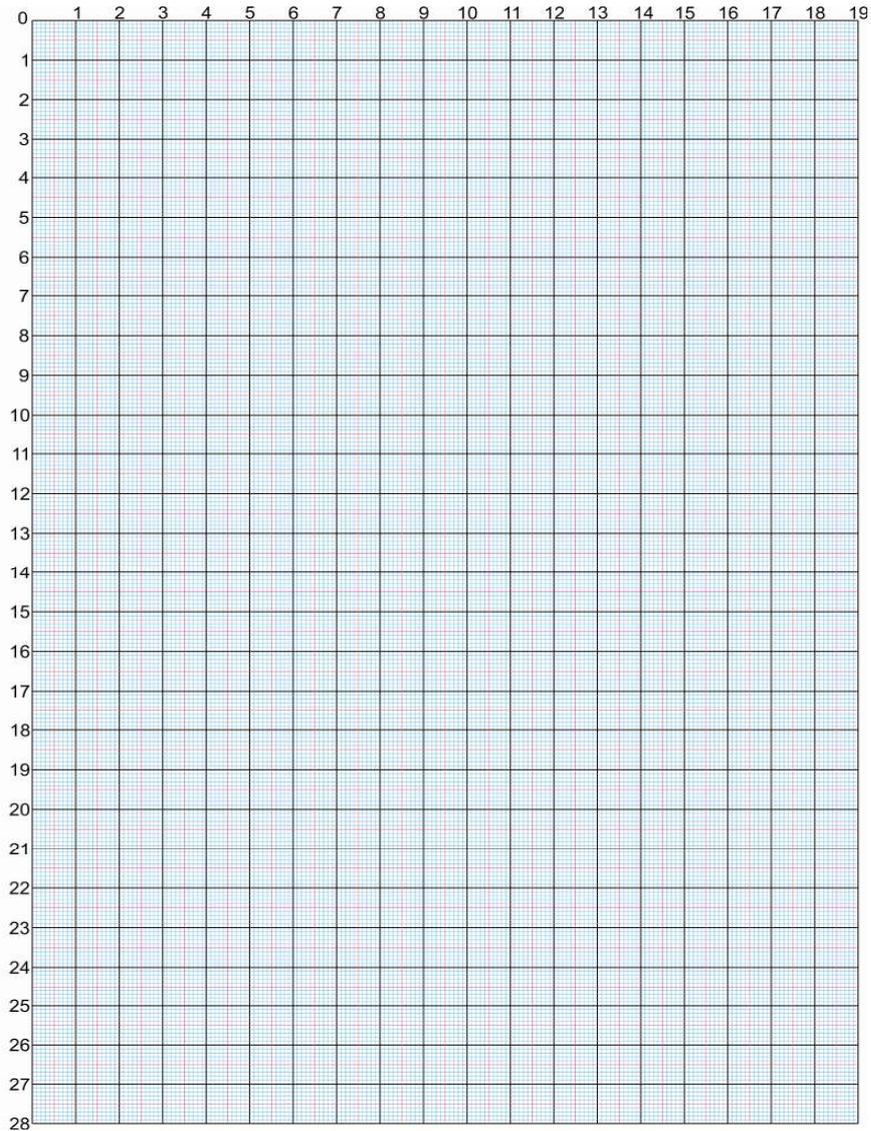
Grid

Descripción del equipo:

Se trata de un Grid milimetrado de 190 x 280 mm (ancho (regla x) y largo (regla y))

Características:

- Dimensión X de 190 mm y dimensión Y con 280 mm.
 - Exactitud: ± 1 mm.
 - Resolución de ambos ejes: 1 mm.
-



Medida de posiciones en el GRID:

La posición de un punto en el Grid , permite conocer la distancia al punto de origen o la diferencia directa entre dos puntos del Grid mediante la anotación de los valores de las componentes X e Y con resolución milimétrica.

FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO

Medidor de Interiores

Descripción del equipo:

Se trata de un medidor de interiores basado en un pie de rey con palpadores adaptados.

Características:

- Display Digital LCD para la medida de la distancia entre palpadores.
- Posibilidad de hacer cero en cualquier posición y por tanto de calcular una distancia relativa.
- Medida hasta 100 mm.
- Resolución de 0,01 mm.
- Posibilidad de mostrar la Medida en mm o en pulgadas.
- 4 Conjuntos de palpadores de distintas longitudes uno de los palpadores con punta de pala plana para apoyo en superficie, y la otra con punta Roma.
- Repetibilidad: 0,50 mm.
- Exactitud en función del palpador elegido:
 - Palpador 1: ± 0.5 mm.
 - Palpador 2: ± 1.5 mm.
 - Palpador 3: ± 2.5 mm.
 - Palpador 4: ± 3.5 mm.



Medición de distancia entre palpadores:

Para la medición de distancia entre palpadores, es necesario encender el equipo, colocar una pareja de palpadores y fijarla. Posteriormente apoyar ambos palpadores y pulsar el botón de "ZERO". El desplazamiento de los palpador generará una indicación de la diferencia relativa entre ellos en el display. A dicha diferencia relativa hay que sumarle la distancia entre palpadores K_p que será distinta para cada palpador y debe estar ser medida en la calibración del equipo.



¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 5

M^a Luisa González Elena



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número 29726
Number

Nº 64/LC305

Página 1 de 4 páginas
Page of pages

CENTRO ANDALUZ DE METROLOGÍA.

Área Dimensional

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Escuela Superior de Ingenieros
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3, sótano.
Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 SEVILLA.
Teléfono 95 448 73 83. Fax 95 448 73 82



Centro Andaluz de Metrología

OBJETO: MEDIDOR DE INTERIORES

Item

MARCA: POWERFIX

Mark

MODELO: (0 - 150) mm

Model

IDENTIFICACIÓN: CAM-POD-02

Identification

SOLICITANTE: UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Applicant

DIRECCIÓN: C/ Avicena s/n 41009 Sevilla (SEVILLA)

Address

FECHA/S DE CALIBRACIÓN: 11/03/2014

Date /s of calibration

Signatario/s autorizado/s

Authorized signatory/ies

Fecha de emisión: 03 de mayo de 2014

Date of issue

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales.

ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national or international standards.

ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).

Id Item: 15463



Centro Andaluz de Metrología

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3, sótano.
Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 SEVILLA.
Teléfono 95 448 73 83. Fax 95 448 73 82

CERTIFICADO Nº 29726

Página 2 de 4

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN ÁREA DIMENSIONAL

Objeto: MEDIDOR DE INTERIORES

Marca: POWERFIX

Modelo: (0 - 150) mm

Identificación: CAM-POD-02

Solicitante: UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Los patrones e instrumentos utilizados en esta calibración gozan de la garantía de trazabilidad, mediante las certificaciones emitidas por los correspondientes laboratorios nacionales e internacionales reconocidos.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN

Condiciones ambientales:

Temperatura: 20.0 °C ± 1.0 °C

Humedad relativa: ≤ 70% HR

Procedimiento empleado: D-1040, rev. 7

Especificación metrológica: N/A

Número de medidas realizadas: 10 para cada nominal

Referencia de los patrones utilizados en la calibración: 86 97

Para el cálculo de la incertidumbre se han considerado las contribuciones de los patrones, de la repetibilidad, del método de medida, de la división de escala del equipo y de las condiciones ambientales durante la calibración. Los valores obtenidos corresponden al momento de la calibración, no considerándose la estabilidad del equipo a más largo plazo.

La incertidumbre de medida expandida facilitada se ha obtenido multiplicando la desviación típica de la medida por el factor de cobertura $k=2$, que corresponde a una probabilidad de cobertura aproximada del 95% para una distribución normal. La incertidumbre típica de la medida se ha determinado conforme al documento EA-4/02. ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA A SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

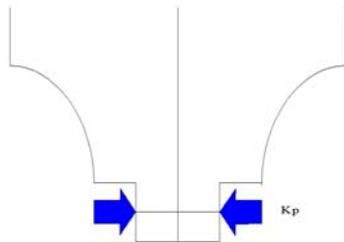
RESULTADOS DE CALIBRACIÓN ÁREA DIMENSIONAL

El valor mostrado en la fila "Lectura (mm)" corresponde al valor medio de las diez lecturas realizadas.

El resultado obtenido se expresa en las tablas siguientes:

Palpadores nº 1

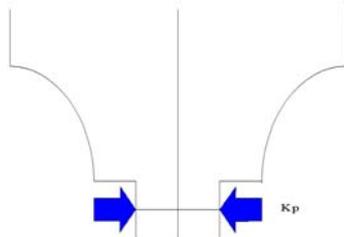
Patrón (mm)	20,000	30,000	40,000	50,000	70,000	90,000	100,000
Lectura* (mm)	7,448	17,327	27,348	37,336	57,290	77,388	87,366
Corrección (mm)	12,552	12,673	12,652	12,664	12,710	12,612	12,634
Incertidumbre (mm)	0,040	0,050	0,040	0,030	0,060	0,050	0,050



$$K_p = 12,724 \text{ mm} \pm 0,051 \text{ mm (Distancia entre palpadores)}$$

Palpadores nº2

Patrón (mm)	20,000	30,000	40,000	50,000	70,000	90,000	100,000
Lectura* (mm)	8,387	18,300	28,275	38,339	58,321	78,286	88,141
Corrección (mm)	11,613	11,700	11,725	11,661	11,679	11,714	11,859
Incertidumbre (mm)	0,030	0,080	0,060	0,080	0,060	0,060	0,040



$$K_p = 13,146 \text{ mm} \pm 0,004 \text{ mm (Distancia entre palpadores)}$$

Para obtener el valor de la corrección real, teniendo en cuenta el valor de la distancia entre palpadores K_p , habría que restar dicho valor al valor de la corrección indicado en el certificado.

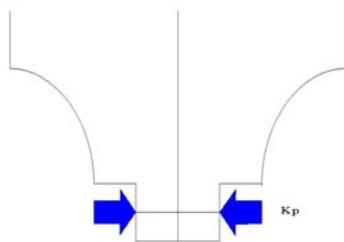
RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
ÁREA DIMENSIONAL

El valor mostrado en la fila "Lectura (mm)" corresponde al valor medio de las diez lecturas realizadas.

El resultado obtenido se expresa en las tablas siguientes:

Palpadores nº 3

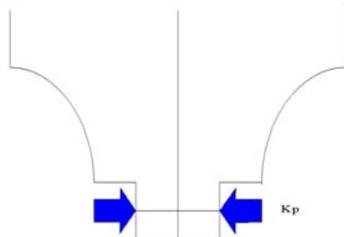
Patrón (mm)	20,000	30,000	40,000	50,000	70,000	90,000	100,000
Lectura* (mm)	8,947	18,810	28,829	38,768	58,699	78,826	88,760
Corrección (mm)	11,053	11,190	11,171	11,232	11,301	11,174	11,240
Incertidumbre (mm)	0,060	0,050	0,050	0,050	0,080	0,050	0,080



$$K_p = 13,347 \text{ mm} \pm 0,011 \text{ mm (Distancia entre palpadores)}$$

Palpadores nº 4

Patrón (mm)	20,000	30,000	40,000	50,000	70,000	90,000	100,000
Lectura* (mm)	10,068	20,123	30,058	40,082	60,070	80,004	90,082
Corrección (mm)	9,932	9,877	9,942	9,918	9,930	9,996	9,918
Incertidumbre (mm)	0,040	0,060	0,060	0,060	0,050	0,060	0,050



$$K_p = 12,920 \text{ mm} \pm 0,011 \text{ mm (Distancia entre palpadores)}$$

La capacidad de medida del equipo es de 150 mm y su división de escala es de 0,01 mm

* Para obtener el valor real de la lectura, sumar K_p al valor mostrado por el instrumento en la fila Lectura.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 6

M^a Luisa González Elena



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

Número **29731**

Number

Nº 64/LC305

Página 1 de 3 páginas

Page of pages

CENTRO ANDALUZ DE METROLOGÍA

Área Dimensional

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Escuela Superior de Ingenieros

Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3, sótano.

Camino de los Descubrimientos, s/n.

Isla de la Cartuja. 41092 SEVILLA.

Teléfono 95 448 73 83. Fax 95 448 73 82

Centro Andaluz de Metrología

OBJETO : **GRAMIL**

Item

MARCA : **DRAPER EXPERT**

Mark

MODELO : **PDVC150M**

Model

IDENTIFICACIÓN: **CAM-POD-01**

Identification

SOLICITANTE : **UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

Applicant

DIRECCIÓN : **C/ Avicena s/n 41009 Sevilla (SEVILLA).**

Address

FECHA/S DE CALIBRACIÓN : **11/03/2014**

Date/s of calibration

Signatario/s autorizado/s

Authorized signatory/ies

Fecha de emisión: 12 de marzo de 2014

Date of issue

Id Item: 15445

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales o internacionales. ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MLA) de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national or international standards. ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).



Centro Andaluz de Metrología

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3, sótano.
Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 SEVILLA.
Teléfono 95 448 73 83. Fax 95 448 73 82

CERTIFICADO Nº 29731

Página 2 de 3

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN ÁREA DIMENSIONAL

Objeto: GRAMIL
Marca: DRAPER EXPERT
Modelo: PDVC150M
Identificación: CAM-POD-01
Solicitante: UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Los patrones e instrumentos utilizados en esta calibración gozan de la garantía de trazabilidad, mediante las certificaciones emitidas por los correspondientes laboratorios nacionales e internacionales reconocidos.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN

Condiciones ambientales:

Temperatura: 20.0 °C ± 1.0 °C

Humedad relativa: ≤ 70% HR

Procedimiento empleado: D-1110 Rev.2

Especificación metrológica: N/A

Número de medidas realizadas: 10

Equipos utilizados:

86.

Para el cálculo de la incertidumbre se han considerado las contribuciones de los patrones, de la repetibilidad, del método de medida, de la división de escala del equipo y de las condiciones ambientales durante la calibración. Los valores obtenidos corresponden al momento de la calibración, no considerándose la estabilidad del equipo a más largo plazo.

La incertidumbre de medida expandida facilitada se ha obtenido multiplicando la desviación típica de la medida por el factor de cobertura $k=2$, que corresponde a una probabilidad de cobertura aproximada del 95% para una distribución normal. La incertidumbre típica de la medida se ha determinado conforme al documento EA-4/02. ESTA HOJA NO TIENE VALIDEZ SI NO VA UNIDA A SU CERTIFICADO CORRESPONDIENTE. PROHIBIDA TODA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE CERTIFICADO.

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
ÁREA DIMENSIONAL

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Patrón (mm)	0,000	15,000	30,00	45,00	60,00
Lectura (mm)	0,001	15,012	30,14	45,28	59,97
Corrección (mm)	-0,001	-0,012	-0,14	-0,28	0,03
Incertidumbre (mm)	0,020	0,050	0,13	0,18	0,18

Patrón (mm)	70,00	75,00	90,00	115,00	130,000
Lectura (mm)	69,92	75,04	89,97	115,85	130,153
Corrección (mm)	0,08	-0,04	0,03	-0,85	-0,153
Incertidumbre (mm)	0,11	0,11	0,13	0,16	0,090

La fila correspondiente a "Lectura" indica el valor medio de las medidas realizadas en la calibración.

La capacidad de medida del equipo es de 0 mm a 150 mm y su división de escala es de 0,01 mm.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 7

M^a Luisa González Elena



Centro Andaluz de Metrología

CENTRO ANDALUZ DE METROLOGÍA.
Área Dimensional
UNIVERSIDAD DE SEVILLA
Escuela Superior de Ingenieros
Edif. Talleres y Laboratorios. Módulo L3, sótano.
Camino de los Descubrimientos, s/n.
Isla de la Cartuja. 41092 SEVILLA.
Teléfono 95 448 73 83. Fax 95 448 73 82

CERTIFICADO Nº CAM-V-00014

Página 1 de 6

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration

OBJETO : **GRID**

Item

MARCA : **CAM**

Mark

MODELO : **CAM-GRID-PD**

Model

IDENTIFICACIÓN: **CAM-POD-03**

Identification

SOLICITANTE : **UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

Applicant

DIRECCIÓN : **C/ Avicena s/n 41009 Sevilla (SEVILLA).**

Address

FECHA DE CALIBRACIÓN : **13/03/2014**

Date of calibration

Signatario/s autorizado/s

Authorized signatory/ies

SEVILLA, a 27 de marzo de 2014

Id Item: 15520

Este certificado se expide de acuerdo con las normas nacionales e internacionales de calibración, y expresa fielmente los resultados obtenidos. Dichos resultados se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las medidas. El Laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento calibrado.

Este Certificado no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización por escrito del Laboratorio que lo emite.

This certificate is issued in accordance with the national and international standards of calibration, and it is an accurate record of the results of measurements performed. The issuing Laboratory assumes no responsibility for damages ensuing misuse of the calibrated instrument.

This Certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Laboratory.

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
ÁREA DIMENSIONAL

Objeto: GRID
Marca: CAM
Modelo: CAM-GRID-PD
Identificación: CAM-POD-03
Solicitante: UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Los patrones e instrumentos utilizados en esta calibración gozan de la garantía de trazabilidad, mediante las certificaciones emitidas por los correspondientes laboratorios nacionales e internacionales reconocidos.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN

Condiciones ambientales:

Temperatura: 20.0 °C ± 1.0 °C

Humedad relativa: ≤ 70 %HR

Procedimiento empleado: D-1140

Especificación metrológica: N/A

Número de medidas realizadas: 1 en cada punto y 10 en el estudio de repetibilidad.

Equipos utilizados:

90

Para el cálculo de la incertidumbre se han considerado las contribuciones de los patrones, de la repetibilidad, del método de medida y de las condiciones ambientales durante la calibración. Los valores obtenidos corresponden al momento de la calibración, no considerándose la estabilidad del equipo a más largo plazo.

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
ÁREA DIMENSIONAL

Para verificar la precisión de medida del equipo, se ha realizado la calibración de tres reglas de trazos por cada eje de coordenadas del grid. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Regla X=0:

Valor nominal (mm)	Patrón (mm)	Desviación al nominal (mm)
0,00	0,00	0,00
33,00	32,86	-0,14
100,00	99,93	-0,07
133,00	132,78	-0,22
166,00	165,71	-0,29
200,00	199,76	-0,24
223,00	222,61	-0,39
246,00	245,55	-0,45
270,00	269,57	-0,43

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
ÁREA DIMENSIONAL

Regla X=10:

Valor nominal (mm)	Patrón (mm)	Desviación al nominal (mm)
0,00	0,00	0,00
33,00	32,90	-0,10
100,00	99,93	-0,07
133,00	132,78	-0,22
166,00	165,73	-0,27
200,00	199,83	-0,17
223,00	222,72	-0,28
246,00	245,68	-0,32
270,00	269,71	-0,29

Regla X=18:

Valor nominal (mm)	Patrón (mm)	Desviación al nominal (mm)
0,00	0,00	0,00
33,00	33,16	0,16
100,00	100,08	0,08
133,00	132,91	-0,09
166,00	165,81	-0,19
200,00	199,90	-0,10
223,00	222,79	-0,21
246,00	245,75	-0,25
270,00	269,78	-0,22

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
ÁREA DIMENSIONAL

Regla Y=0:

Valor nominal (mm)	Patrón (mm)	Desviación (mm)
0,00	0,00	0,00
33,00	32,65	-0,35
100,00	99,60	-0,40
133,00	132,60	-0,40
166,00	165,54	-0,46
180,00	179,50	-0,50

Regla Y=14:

Valor nominal (mm)	Patrón (mm)	Desviación (mm)
0,00	0,00	0,00
33,00	32,74	-0,26
100,00	99,65	-0,35
133,00	132,41	-0,59
166,00	165,36	-0,65
180,00	179,52	-0,48

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
ÁREA DIMENSIONAL

Regla Y=26:

Valor nominal (mm)	Patrón (mm)	Desviación (mm)
0,00	0,00	0,00
33,00	32,70	-0,30
100,00	99,55	-0,45
133,00	132,33	-0,68
166,00	165,25	-0,75
180,00	179,43	-0,57

La incertidumbre de calibración es de 0,14 mm.

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 8

M^a Luisa González Elena



Sevilla, 26 de Junio de 2013

Apreciada compañera:

Por la presente me complace comunicarte que la Dirección del Área Clínica de Podología, una vez revisada tu petición, autoriza la realización del proyecto de investigación presentado en fecha 18 de junio de 2013, titulado "¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar? Análisis comparativo con fines preventivos".

En los próximos días el personal del Área Clínica se pondrá en contacto contigo para coordinar las necesidades que solicitaste en tu petición, asimismo cualquier otra que puedas precisar en el desarrollo del trabajo.

Además te invito, al finalizar el proyecto, a rellenar el cuestionario de satisfacción que nos permite conocer vuestras necesidades y expectativas para mejorar la calidad de los servicios que prestamos.

Por último, te recuerdo la normativa existente en el Área Clínica, conforme a la cual deberás hacer constar la contribución del Área Clínica en las publicaciones derivadas del trabajo. Asimismo, remitirnos una separata o copia de las publicaciones.

Es una satisfacción del Área Clínica contribuir a hacer realidad tu proyecto. Si surge algún problema, no dudes en ponerte en contacto conmigo.

Un saludo afectuoso



Rafael Rayo Rosado

Director Técnico

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 9

M^a Luisa González Elena

		Fernández (1987)		Chacón (2012)		Delgado-Abellán y otros (2014)		González (2015)	
		Longitud	Anchura	Longitud	Anchura	Longitud	Anchura	Longitud	Anchura
3 años	♂			159.6	6.99			179.1	6.61
	♀			153.7	6.45			169.1	6.68
4 años	Niño			164.6	6.83			179.8	7.05
	Niña			159.3	6.65			177.4	6.79
5 años	Niño	178.8	6.76	176.3	7.27			189.4	7.30
	Niña	178.1	6.57	172.6	6.67			186.6	7.20
6 años	Niño	187.2	7.14	182.9	7.59	191.6	7.49	200.5	7.44
	Niña	181.7	6.68	176.4	7.22	189.5	7.26	192.3	7.30
7 años	Niño	195.8	7.25	191.0	7.86	201.5	7.84	211.6	7.92
	Niña	189.8	7.01	191.5	7.72	198.9	7.52	207.8	7.61
8 años	Niño	202.0	7.49	194.8	7.87	211.7	8.15	216.0	7.83
	Niña	200.9	7.30	199.4	7.97	205.9	7.87	230.1	7.76
9 años	Niño	212.1	7.88	205.6	8.22	218.7	8.53	229.1	8.48
	Niña	208.7	7.57	210.8	8.45	214.8	8.10	226.5	7.92
10 años	Niño	220.7	8.17	216.9	8.68	230.1	8.82	237.1	8.73
	Niña	217.2	7.84	204.6	7.87	225.8	8.47	234.8	8.21
11 años	Niño	225.9	8.39	227.3	8.94	234.6	9.03	250.9	8.76
	Niña	223.4	8.03	223.9	8.87	232.4	8.71	249.7	8.40
12 años	Niño	236.7	8.78	241.7	9.55	245.5	9.61	255.8	9.00
	Niña	230.4	8.41	230.9	9.12	236.9	9.07	251.1	8.43

Tabla 54.- Comparación de las medidas antropométricas del pie de los escolares realizados por Fernández (1987), Chacón (2012), Delgado-Abellán y otros (2014) y González (2015)

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 10

M^a Luisa González Elena

Edad	A ₁	A ₁	A ₂	A ₂	A ₃	A ₃
	Diferencias	Diferencias	Diferencias	Diferencias	Diferencias	Diferencias
	+	-	+	-	+	-
3-5 años	0.8cm	0.6cm	0.5cm	0.4cm	0.4cm	0.7cm
6-8 años	0.8cm	0.5cm	0.5cm	0.6cm	0.5cm	0.8cm
9-12 años	0.6cm	0.3cm	0.4cm	0.4cm	0.4cm	0.4cm

Tabla 55.- Diferencias entre las medidas de las alturas del interior del calzado y del pie por edad

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 11

M^a Luisa González Elena

Edad	Niño	Niña	Niño	Niña
3-4 años	0.7mm	8.3mm	0.10 pp	1.24 pp
4-5 años	9.6mm	9.2mm	1.43 pp	1.37 pp
5-6 años	11.1mm	5.7mm	1.66 pp	0.85 pp
6-7 años	11.1mm	15.5mm	1.66 pp	2.32 pp
7-8 años	4.4mm	22.3mm	0.65 pp	3.34 pp
8-9 años	13.1mm	-3.6mm	1.96 pp	0.53 pp
9-10 años	8mm	8.3mm	1.19 pp	1.24 pp
10-11 años	13.8mm	14.9mm	2.06 pp	2.23 pp
11-12 años	4.9mm	1.4mm	0.73 pp	0.20 pp

Tabla 56.- Crecimiento del pie en longitud en función de la edad

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 12

M^a Luisa González Elena

		González	
		Longitud	Anchura
3 años	Niño	179.1	6.61
	Niña	169.1	6.68
4 años	Niño	179.8	7.05
	Niña	177.4	6.79
5 años	Niño	189.4	7.30
	Niña	186.6	7.20
6 años	Niño	200.5	7.44
	Niña	192.3	7.30
7 años	Niño	211.6	7.92
	Niña	207.8	7.61
8 años	Niño	216.0	7.83
	Niña	230.1	7.76
9 años	Niño	229.1	8.48
	Niña	226.5	7.92
10 años	Niño	237.1	8.73
	Niña	234.8	8.21
11 años	Niño	250.9	8.76
	Niña	249.7	8.40
12 años	Niño	255.8	9.00
	Niña	251.1	8.43

Tabla 57.- Crecimiento del pie en longitud y anchura en función de la edad

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 13

M^a Luisa González Elena

(30 mese-4 años)	3 veces/año	Wenger y otros(1983)
(3-4 años)	3 veces/año	I.B.V (1999)
	2 veces/año	González (2015)
(4-6 años)	2 veces/año	Wenger y otros (1983)
	2 veces/año	I.B.V (1999)
.....
	3 veces/año	Yurt (2014)
	3 veces/año	González (2015)
(6-9 años)	3-4 veces/año	IBV (1999)
	4 veces/año	González (2015)
(10-20 años)	2-3 veces/año	IBV (1999)

Tabla 58.- Cambio de calzado en función del crecimiento del pie

¿Se ajusta el calzado al pie en la población escolar?

Estudio con fines preventivos

ANEXO 14

M^a Luisa González Elena

Producción científica relacionada con la tesis

1. **González-Elena, María-Luisa.** Video “*Prácticas de Podología Preventiva y Comunitaria. Programa de Salud Escolar Podológica. Seminario*”. ISBN.- 978-84-15881-93-3. Convocatoria del SAV 2014 de producción de guiones videográficos didácticos. Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías. Universidad de Sevilla, 6 de Octubre de 2014.
2. **González-Elena, María-Luisa.** Video “*Prácticas de Podología Preventiva y Comunitaria. Exploraciones podológicas en los colegios*”. ISBN.- 978-84-15881-94-0. Convocatoria del SAV 2014 de producción de guiones videográficos didácticos. Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías. Universidad de Sevilla, 6 de Octubre de 2014.
3. **González-Elena, María-Luisa.** Video “*Prácticas de Podología Preventiva y Comunitaria. Charla-coloquio sobre el cuidado de los pies*”. ISBN.- 978-84-15881-95-7. Convocatoria del SAV 2014 de producción de guiones videográficos didácticos. Secretariado de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías. Universidad de Sevilla, 6 de Octubre de 2014.
4. Participación en el proyecto de innovación: “*Programa de Actuación interdisciplinar para la prevención y promoción de la salud en la escuela infantil Nido de los Perdigones*” aprobado en el marco del II Plan Propio de Docencia, y al que se le concedió una ayuda de 8.000 euros para su desarrollo desde julio hasta diciembre de 2014.
5. **Ramos J, Tovaruela N, López D, González ML.** Estrategias para promocionar la salud podológica, después de 10 años. Aten Primaria.2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2014.12.013>

