

**ANÁLISIS CINEMÁTICO: PARÁMETROS ESPACIO-TEMPORALES DE LA
MARCHA Y CAMBIOS EN EL EQUILIBRIO DE NIÑOS CON DEFICIENCIAS
SENSITIVAS VISUALES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO LUIS
HERNÁNDEZ BETANCUR DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN.**

**MANUELA CASTELLANOS PATIÑO
DIOSANA DEL PILAR MURILLO VALENCIA
ROSA NARDELA PÉREZ GARCÍA**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA MARÍA CANO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA
MEDELLÍN
2013**

**ANÁLISIS CINEMÁTICO: PARÁMETROS ESPACIO-TEMPORALES DE LA
MARCHA Y CAMBIOS EN EL EQUILIBRIO DE NIÑOS CON DEFICIENCIAS
SENSITIVAS VISUALES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO LUIS
HERNÁNDEZ BETANCUR DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN.**

**MANUELA CASTELLANOS PATIÑO
DIOSANA DEL PILAR MURILLO VALENCIA
ROSA NARDELA PÉREZ GARCÍA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para obtener el título de
FISIOTERAPEUTA**

**Asesor Metodológico
FANNY VALENCIA LEGARDA**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA MARÍA CANO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA
MEDELLÍN
2013**

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Medellín, 25 de Junio 2013

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios el creador de todas las cosas, quien nos dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo. También a nuestra institución Fundación Universitaria María Cano, quien es la anfitriona de nuestro desempeño junto con todo el grupo de docentes que estuvieron a nuestra disposición.

A nuestros padres y amigos que sin esperar nada a cambio, han sido pilares en nuestro camino y así, forman parte de este logro que nos abre puertas inimaginables en nuestro desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTOS

Antes que a todos queremos agradecer a Dios por darnos las fuerzas necesarias en los momentos en que más lo necesitamos y bendecirnos con la posibilidad de caminar a su lado durante nuestra vida.

A nuestros padres y hermanos, que nos han regalado el derecho de crecer, y que en este proceso han estado con nosotras, aunque para la mayoría distantes, deben saber, que son el motor de nuestra motivación.

Al profesor Ivan Eusebio Bustos y a la profesora Lisette Iglesias, gracias por enseñarnos a amar nuestra profesión y ser excelentes e íntegros en todo lo que realizamos, siempre teniendo presente que lo más importante son nuestros pacientes.

A la profesora Fanny Valencia Legarda y a su equipo de trabajo, mil gracias por todo su apoyo durante este proceso y por compartirnos con tanto amor de su experiencia y conocimientos.

RESUMEN ANALÍTICO EJECUTIVO R. A. E.

TÍTULO: Análisis cinemático: parámetros espacio-temporales de la marcha y cambios en el equilibrio de niños con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín.

AUTOR O AUTORES: Manuela Castellanos Patiño, Diosana del Pilar Murillo Valencia, Rosa Nardela Pérez García.

FECHA: 3 de junio de 2013 - Primer Semestre Académico.

TIPO DE IMPRENTA: Procesador de palabras Word 2007, imprenta Arial 12.

NIVEL DE CIRCULACIÓN: Restringida.

ACCESO AL DOCUMENTO: Fundación Universitaria María Cano, autores: Manuela Castellanos Patiño, Diosana del Pilar Murillo Valencia, Rosa Nardela Pérez García.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Esta investigación pertenece a la línea Tecnológica, debido a que se apoyó en los elementos tecnológicos y científicos con los que cuenta el Laboratorio de Análisis de Movimiento de la Fundación Universitaria María Cano.

MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO: Monografía.

PALABRAS CLAVES: Baja visión, Ciclo de la Marcha, Cinemática, Discapacidad visual, Marcha humana, Reacciones de equilibrio.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO: Este estudio surgió de la necesidad de indagar acerca de las alteraciones en la marcha y los cambios en el equilibrio que tienen los niños con discapacidad visual, se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Movimiento de la Fundación universitaria María Cano con una muestra de 20 niños con deficiencias sensitivo visuales (13 ciegos totales y 7 niños con baja visión), a los cuales se les realizó un análisis cinemático de la marcha comparando

su ejecución con la ayuda del bastón para ciegos y sin la utilización del mismo; además de esto se realizó la evaluación del equilibrio utilizando la plataforma de Estabilometría.

CONTENIDO DEL DOCUMENTO: Este estudio consta de 6 capítulos; el primer capítulo trata sobre el planteamiento del problema, el cual incluye el título, los objetivos, la justificación, el segundo describe el tipo y método de investigación bajo el cual fue realizado el proyecto, el tercero hace alusión a todas las teorías que sustentan esta investigación, en el cuarto capítulo se realiza el análisis de toda la información recolectada en el estudio, en el quinto se dan las conclusiones y resultados y en el sexto se mencionan todas las fuentes bibliográficas utilizadas para llevar a cabo este proyecto.

METODOLOGÍA: Este documento se fundamentó en una investigación de tipo descriptivo con un método cuantitativo y un diseño no experimental.

CONCLUSIONES: Los resultados obtenidos en este estudio fueron consecuentes con lo reportado por la literatura internacional, acerca de los cambios posturales y de la marcha en niños con deficiencias sensitivas visuales, resaltamos además que este estudio es el único de su clase en población Colombiana.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1. TÍTULO	14
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GENERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. JUSTIFICACIÓN	18
CAPITULO 2. MARCO METODOLÓGICO	19
4. MARCO METODOLÓGICO	19
4.1 TIPO DE ESTUDIO	19
4.2 MÉTODO	19
4.3 ENFOQUE	19
4.4 DISEÑO	19
4.5 POBLACIÓN Y MUESTRA	20
4.5.1 Población	20
4.5.2 Muestra	20
4.5.3 Tipo de muestra	20
4.5.4 Criterios de tipificación de la población.	20
4.5.1.1 Criterio de inclusión	20
4.5.1.2 Criterio de exclusión	20
4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN	21
4.6.1 Fuentes primarias	21
4.6.2 Fuentes secundarias	21
4.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	21
4.7.1 Procedimientos	21
CAPITULO 3. MARCO REFERENCIAL	23
5.1 MARCO CONCEPTUAL	23
5.2 MARCO HISTÓRICO	26
5.3 MARCO CONTEXTUAL	29
5.4 MARCO LEGAL	31
5.5 MARCO TEÓRICO	34
5.5.1 Marcha humana	34
5.5.2 La marcha en niños con deficiencia sensitiva visual	41

CAPITULO 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISCUSIÓN	46
6.1 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	46
6.1.1 Parámetros Espacio-Temporales	46
6.1.2 Simetría de la marcha	47
6.1.3 Estabilometría y pruebas de equilibrio	52
7. CONCLUSIONES	55
8. RECOMENDACIONES	56
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ANEXOS	57
BIBLIOGRAFÍA	57
WEBGRAFIA	57
DOCUMENTOS	63
ANEXOS	64

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Proporción de Limitados Visuales según rangos de edad y sexo con relación a la población general	15
Tabla 2. Número de Limitados Visuales según rangos de edad	15
Tabla 3. Parámetros espacio-temporales pacientes estudio y valores sujetos no patológicos (normales)	46
Tabla 4. Medias por Mínimos Cuadrados con intervalos de confianza del 95.0%	47
Tabla 5. Medias por Mínimos Cuadrados con intervalos de confianza del 95.0%	49
Tabla 6. Coeficiente de Romberg modificado calculado para las cuatro pruebas de estabilometría	52

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Pies juntos contra pies separados.	53
Gráfica 2. Pie izquierdo contra pie derecho.	54

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. GRÁFICAS	65

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo es el resultado de una investigación académica, cuyo fin fue describir los parámetros espacio-temporales de la marcha y cambios en el equilibrio de niños con deficiencias sensitivas visuales de la institución educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín.

Este trabajo se fundamentó en el análisis de diferentes investigaciones las cuales abordaban algunos parámetros involucrados con el tema de investigación; es importante resaltar que no se encontró información específica respecto al tema central, por lo tanto además se complementó con información teórica consignada en libros y sitios web, y diferentes elementos conceptuales y prácticos abordados durante el proceso de formación profesional.

La ejecución de esta investigación permitió comprobar y describir el comportamiento cinemático de la marcha y el equilibrio en niños con discapacidad sensitiva visual, dado que el niño ciego presenta retrasos en las conductas motoras y en los patrones de marcha. Es así como la injuria a este órgano sensitivo generará alteraciones a nivel del desarrollo y comportamiento motor de los niños que la padecen y su nivel de afectación estará dependiente del grado del compromiso visual.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. TÍTULO

ANÁLISIS CINEMÁTICO: PARÁMETROS ESPACIO-TEMPORALES DE LA MARCHA Y CAMBIOS EN EL EQUILIBRIO DE NIÑOS CON DEFICIENCIAS SENSITIVAS VISUALES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO LUIS HERNÁNDEZ BETANCUR DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN.

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA

Según la OMS “en el mundo hay cerca de 285 millones de personas con discapacidad visual, agrupándose de la siguiente manera: 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión”¹. Es así como se puede encontrar que alrededor de un “90% de la carga mundial de discapacidad visual se concentra en los países en desarrollo”².

Se considera que el número de niños con discapacidad visual en el mundo “alcanza los 19 millones; 12 millones la padecen debido a errores de refracciones fácilmente diagnosticables y corregibles; mientras que 1,4 millones de menores de 15 años sufren ceguera irreversible”³.

En Colombia, según cifras del censo poblacional realizado por el DANE en el 2005, “el total de Limitados Visuales (LV) es el 2,8% de la población. El 31% de la población nacional son niños y niñas hasta 14 años, de ellos el 0,9% son limitados visuales”⁴. Tabla 1

¹ Organización mundial de la salud. Ceguera y discapacidad visual. Junio 2012. Disponible en Internet: <URL:<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/index.html>>. Consultado el 7 de julio de 2012.

² *Ibíd.* Consultado el 7 de julio de 2012

³ *Ibíd.* Consultado el 7 de julio de 2012

⁴CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA SUBC003-08 Instituto Nacional para Ciegos (INCI) Y EL PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO HUMANO (PNDH). Desarrollo Humano de la Población con Limitación Visual por Departamentos. Bogotá. CASTELLANOS, Wilma, *et al.* 2008. 45 p.

Tabla 1. Proporción de Limitados Visuales según rangos de edad y sexo con relación a la población general

Proporción de LV según sexo y rango de edad				
RANGO DE EDAD	VARONES LV	MUJERES LV	TASA POR 1000 hab.	POBLACION NACIONAL POR RANGO EDAD
0 A 14 AÑOS	0,95	0,95	9,49	31%
15 A 64 AÑOS	2,54	2,71	26,27	63%
65 AÑOS O MÁS	13,23	13,44	133,42	6%
TOTAL	2,65	2,92	27,85	100%

Fuente DANE Redatam Censo 2005 Cálculos PNDH.

Es así como se puede observar que del conjunto de limitados visuales sólo el 10% son niños. Tabla 2

Tabla 2. Número de Limitados Visuales según rangos de edad

RANGO EDAD	MASCULINO	FEMENINO	TOTAL LIMITADOS VISUALES	PROPORCIÓN DE LV POR RANGO
0 A 14 AÑOS	60504	58189	118693	10%
5 A 64 AÑOS	314831	359062	673893	59%
65 AÑOS O MÁS	153155	188344	341499	30%
TOTAL	528490	605595	1134085	100%

Fuente DANE Redatam Censo 2005 Cálculos PNDH

En Medellín según cifras dadas por la Secretaria de Bienestar Social, desde su programa Ser Capaz, para el año 2011 a nivel Municipal y de Corregimientos se encuentran alrededor de 700 niños con discapacidad visual.

“Los niños con alteraciones visuales sensitivas, suelen presentar retrasos en el desarrollo motor ya que la visión posibilita la movilidad y otros tipos de conductas motoras autoiniciadas; es por tanto, como debido a la ausencia de estímulos visuales el niño no tiene ningún estímulo significativo que le impulse a gatear o a andar, iniciándose la marcha mucho más tarde que en el niño con vista”⁵.

⁵ ARNAIZ, Pilar. Psicomotricidad, ceguera y déficit visuales parciales. En: Deficiencias Visuales y Psicomotricidad: Teoría y Práctica. ONCE. Organización Nacional de Ciegos Españoles. España: ONCE, 1994. P.7-32

Es así como se puede precisar que los movimientos autoiniciados tales como: rolar, levantarse para apoyarse en sus brazos cuando está boca abajo, adoptar la posición bípeda desde sedente e iniciar la marcha son los que frecuentemente están más retrasados en el niño ciego, al ser la vista fundamental para su aparición y desarrollo.

Además de este tipo de retrasos, los niños ciegos presentan alteraciones osteomusculares secundarias a conductas motoras iniciadas de manera tardía o patrones motores erróneos. Este tipo de niños suele presentar: “tono postural bajo, disminución de la fuerza de las extremidades superiores, escasa fuerza abdominal, debilidad de los abductores de la cadera, disminución de la fuerza de las extremidades inferiores, inclinación posterior o anterior de la pelvis, pautas de movimiento no organizadas ni graduadas, retraso de las reacciones de enderezamiento y equilibrio”⁶.

También es importante resaltar las modificaciones en el hábito motor presentadas en este tipo de discapacidad tales como: “dificultad motriz en la marcha. Rigidez, apoyo plano, arrastre de pies, manos adelante, pies separados y manos por delante; alteraciones en el control tónico. Paratonía y alteración de su eje natural de posicionamiento”⁷.

Es por tanto como los niños con discapacidad visual al presentar retrasos en la adquisición de este tipo de conductas y patrones motores, tendrán no solo retrasos a nivel motor sino que se les dificultará la adquisición de los primeros hábitos sociales que involucran actividades de la vida diaria y básicas cotidianas tales como: vestirse, asearse, desplazarse y alimentarse, entre otras.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el comportamiento de los parámetros espacio-temporales de la marcha y los cambios en el equilibrio de niños con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín?

⁶ MARTINEZ EGEA, José Rubén. Intervención Educativa en el Área de Educación Física con Alumnos con Discapacidad Visual. Febrero 2009. Disponible en internet: <URL:<http://www.efdeportes.com/efd129/educacion-fisica-con-alumnos-con-discapacidad-visual.htm>>. Consultado el: 7 y 16 de julio de 2012

⁷CASAJÚS, José Antonio; RÓDRIGUEZ, Germán Vicente Ejercicio Físico y Salud en Poblaciones Especiales. Exernet. Madrid, 2011. p. 241

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar el comportamiento cinemático de la marcha y los cambios del equilibrio de niños con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la diferencia de los parámetros espacio-temporales del patrón de marcha normal contra el patrón de marcha de niños con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín
- Detallar la simetría de la marcha de niños con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín
- Evaluar los cambios de equilibrio con diferentes áreas de la base de sustentación en niños con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín

3. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se realizó con la finalidad de obtener un mejor conocimiento sobre el comportamiento cinemático de la marcha y el equilibrio en niños con discapacidad visual sensitiva, dado que el niño ciego presenta retraso en las conductas motoras y en el inicio del patrón de marcha.

Debido a que la ceguera como discapacidad genera alteraciones a nivel del desarrollo y comportamiento motor de los niños que la padecen; con este estudio se brinda la posibilidad de realizar un análisis objetivo de esta condición, apoyado en el Laboratorio de Análisis de Movimiento de la Fundación Universitaria María Cano, el cual permite la obtención de resultados exactos y objetivos de los parámetros del patrón de marcha como son la velocidad, la cadencia, el ancho y la longitud del paso (espacio-temporales), en miras de generar una aproximación a la información reportada en la literatura académica de otros contextos.

Con la elaboración de este trabajo la Fundación Universitaria María Cano, su facultad de Ciencias de la Salud y en especial el programa de fisioterapia, podrán establecer parámetros de referencia para el análisis cinemático de la marcha y el equilibrio en niños con discapacidad visual sensitiva y a partir de ahí establecer conclusiones para el desarrollo de procesos de intervención en el área psicomotriz con esta población.

Como investigadores y estudiantes de fisioterapia el desarrollo de este estudio contribuye con el proceso de formación profesional, ya que se brindan nociones fundamentales sobre los cambios en el equilibrio estático y el desempeño en la marcha de niños con discapacidad visual sensitiva, ampliando las áreas de interacción profesional y brindando información específica relacionada con los cambios que ocurren en los patrones de marcha y equilibrio en esta población.

CAPITULO 2. MARCO METODOLÓGICO

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio de esta investigación fue de carácter descriptivo, debido a que se detallaron las principales características y componentes de la marcha en niños ciegos, comparándolo con el patrón de marcha normal y asimismo interpretar los cambios del centro de gravedad al modificar el área de la base de sustentación.

4.2 MÉTODO

El método de esta investigación fue deductivo, entendiendo que este método analiza circunstancias generales hasta llegar a lo particular de la situación, se puede entonces establecer, que en esta investigación la situación general hace alusión al análisis de la marcha humana, para dirigirse a una situación específica la cual corresponde al análisis de la marcha en niños con deficiencias sensitivas visuales.

4.3 ENFOQUE

Se realizó una investigación desde el enfoque cuantitativo, ya que se midieron los parámetros espaciotemporales y el comportamiento del desplazamiento del centro de gravedad en niños con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín.

4.4 DISEÑO

Esta fue una investigación No Experimental, ya que la recolección de los datos se realizó sobre una población con una situación ya existente como es el déficit visual, y fue puramente de observación de los patrones y características de dicha situación.

4.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

4.5.1 Población. Niños entre los 8 - 14 años con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín.

4.5.2 Muestra. 20 niños entre los 8 - 14 años con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín.

4.5.3 Tipo de muestra. No aleatoria por conveniencia. Se trabaja con esta población debido a que se requiere seleccionar niños con diagnóstico de ceguera, según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10, actualización y revisión de 2006).

4.5.4 Criterios de tipificación de la población.

4.5.1.1 Criterio de inclusión: niños entre los 8 - 14 años con deficiencias sensitivas visuales de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín, que aceptaran participar en el estudio, con firma del consentimiento informado por parte de sus padres o acudientes, sin limitaciones motoras ni del patrón de marcha y que no presentaran otro tipo de discapacidad adicional a la visual.

4.5.1.2 Criterio de exclusión:

- Ausencia de autorización por parte de los padres o personas responsables para participar en el estudio.
- Motivos de fuerza mayor como enfermedad o no asistencia por parte de los niños y acompañamiento de un adulto responsable a los niños seleccionados para las evaluaciones

4.6 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se ha recolectado información trascendental para la construcción teórica de este ejercicio investigativo a través de:

4.6.1 Fuentes primarias.

- Libros.
- Revistas científicas.

4.6.2 Fuentes secundarias.

- Google Académico.
- Pubmed.
- Medline.
- Dialnet.
- Scielo
- Access Medicine
- Apa Psyc Net
- Doaj
- Ebsco Host
- Embase Biomedical Answers
- Lilacs
- MD Consult
- Oxford Journals
- OVID

4.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

4.7.1 Procedimientos.

Procedimiento en el laboratorio, medición de la marcha y del centro de gravedad (proyección en la plataforma). Se realizó la valoración de parámetros de la marcha y del equilibrio en el Laboratorio de Análisis de Movimiento de la Fundación Universitaria María Cano, en 20 sujetos (11 Femeninos, 9 Masculinos) con alteraciones sensitivas visuales (Ceguera total y baja visión) en el rango de

edad comprendido entre los 6 a 14 años, estudiantes de la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur (CIESOR) de la ciudad de Medellín.

A esta población se le realizó una evaluación, dividida en análisis de la marcha y valoración del comportamiento del centro de gravedad (CG). La evaluación de la marcha consistió en la digitalización del patrón de la marcha utilizando el sistema SMART-D (BTS, Italia) que consta de 6 cámaras infrarrojas que trabajan a una frecuencia de 140Hz, 3 cámaras de video convencional Vixta (25 fps), adicionalmente se instrumentó al paciente con marcadores de superficie reflexiva, como indica el protocolo DAVIS. El piso del laboratorio fue acondicionado con un par de "rieles" de foamy, para generar contraste entre las superficies y delimitar el espacio por el cual los sujetos de prueba debían caminar, al final de la pista mediante el reproductor de un Sony Xperia 8 (Sony Ericsson, Japón-Suecia), se ubicó una señal auditiva (con un tono del canto de aves) emulando el patrón de paso peatonal en semáforos para estimular auditivamente a los sujetos con el fin de que caminaran en dirección a la fuente del sonido. La prueba fue realizada sin ninguna ayuda externa como bastón o la asistencia de otra persona durante la prueba.

Posteriormente se efectuó examen físico a cada uno de los sujetos del estudio y valoración antropométrica, para cotejar la información con los resultados de las pruebas aplicadas y la videografía. Al final, las pruebas de marcha fueron analizadas y procesadas en el SMARTAnalyzer (BTS, Italia) de donde se extrajeron los parámetros temporales de la marcha, como son cadencia, porcentaje de las fases de apoyo y balanceo, velocidad, zancada, ancho y longitud de paso.

La evaluación del comportamiento del centro de gravedad (CG) constó de un total de cuatro (4) pruebas, adquiridas con una plataforma Kistler 9286BA (Kistler, Suiza) y utilizando el sistema de video Vixta (BTS, Italia), las cuales tuvieron una duración de 15 segundos sobre la plataforma: 1. Pies separados a la altura de los hombros, 2. Pies juntos, 3. Pie derecho adelante - pie izquierdo atrás, 4. Pie izquierdo adelante - pie derecho atrás. Las pruebas fueron procesadas utilizando el software SWAY (BTS, Italia) donde se obtuvieron gráficas estabilométricas y los siguientes parámetros: Tiempo real de la prueba, desplazamiento medio del centro de presiones o gravedad (longitudinal y transversal), oscilación máxima al baricentro, longitud del trazo, radio, LFS, área equivalente, número de picos, amplitud media, tiempo medio y distancia media y el coeficiente de Romberg.

Tanto las pruebas para marcha como los valores obtenidos tras la evaluación del CG fueron posteriormente comparados y analizados estadísticamente.

CAPITULO 3. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO CONCEPTUAL

Agudeza visual (AV): “capacidad que tiene el ojo para percibir los detalles de un objeto. Estos detalles se perciben habitualmente en la parte central de la retina. Las células responsables de la agudeza visual son los conos. La agudeza visual normal es de 3/3 o 1. La ceguera total se expresaría como 0”⁸.

Antropometría: “consiste en una serie de mediciones técnicas sistematizadas que expresan, cuantitativamente, las dimensiones del cuerpo humano”⁹.

Baja visión: “disminución de las funciones visuales, no recuperable por tratamiento y/o corrección refractiva. Se considera paciente de baja visión a todo aquel cuya agudeza visual esté comprendida entre 0.05 y 0.3, en el mejor ojo y/o un campo visual inferior a 20° en el mejor ojo”¹⁰.

Balance postural: “es una compleja respuesta motora que involucra la integración de variada información sensorial, planificación y ejecución de patrones de movimientos destinados a mantener una postura normal. Se diferencian dos tipos de balance, el estático que corresponde a la habilidad de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación en posición estática, ya sea bípedo, sedente u otra y el dinámico que implica la habilidad de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación durante el desplazamiento o realización de actividades en el espacio”¹¹

Base de sustentación: “formada por las partes del cuerpo que están en contacto con la superficie de apoyo, es decir, que está determinada por el área de apoyo

⁸ CANGELOSI, Daniel. La integración del niño discapacitado visual. Noveduc. Buenos Aires Argentina, 2006.p. 61-62

⁹ MALINA, Robert. Antropometria. Octubre 2006. Disponible en internet: <URL:https://www.g-se.com/a/662/antropometria/>. Consultado el 9 de julio del 2012

¹⁰ USÓN GONZÁLEZ, E. Baja Visión y Rehabilitación Visual: una Alternativa Clínica. 2007. Disponible en internet: <URL:http://www.laboratoriossthea.com/archivos/publicaciones/00117.pdf>. Consultado el 18 de julio de 2012

¹¹ OYARZO MAURICIO, Claudio Antonio. Desarrollo y validación del instrumento de evaluación y entrenamiento del balance. Comparación del balance bípedo en deportistas y no deportistas. Comparación del balance sedente en sujetos normales y con síndrome de dolor lumbar. Disponible en internet <URL: http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/6683/487.pdf?sequence=1>. Consultado 24 de febrero de 2013

contra el suelo, y que en el hombre, en posición erguida, es la superficie de la planta de los pies”¹².

Campo visual: “representación plana (como si se proyectase sobre una pantalla) de todo el espacio que puede ser visto por un ojo (campo derecho o izquierdo) o con los 2 juntos (campo visual total o binocular) con la mirada fija en un punto”¹³.

Cadencia: “este parámetro hace referencia al número de pasos, por unidad de tiempo que, generalmente, se fija en un minuto la cadencia determina el ritmo y la rapidez de marcha que autoselecciona toda persona cuando camina naturalmente. Varía de acuerdo a la longitud de las extremidades, el peso corporal y la habilidad para caminar y disminuye con el proceso de envejecimiento. Ante la presencia de deficiencias neuromusculares y osteomuscular se altera la frecuencia. Del mismo modo el incremento de la cadencia conlleva al aumento del ancho de los pasos y la distancia del ángulo de paso”¹⁴.

Ciclo de la Marcha: “está compuesto por el periodo de soporte 62% y balanceo 38%, con dos periodos de doble soporte que corresponde al 25% del ciclo. Así mismo durante este ciclo es evidente un periodo de soporte simple que corresponde al tiempo en que un solo pie está en contacto con el piso y es el equivalente al periodo de balanceo de la extremidad contralateral”¹⁵

Cinemática: “define el rango de movimiento y describe el movimiento de superficie de una articulación en tres planos: frontal, sagital y transversal. Las mediciones clínicas del rango de movimiento articular definen las posición anatómica como una posición cero para la medición”¹⁶.

Discapacidad visual: “consiste en la afectación, en mayor o menor grado, o en la carencia de la visión. La pérdida de visión tiene, a su vez, consecuencias sobre el

¹² NUÑEZ VIVAS, Ana Isabel. Fundamentos Teóricos de la Educación Física. España: Pila Teleña, 2009. 335 p.

¹³MARTÍNEZ, Salvador. Neuroanatomía. Madrid: Panamericana, 2008. 277 p.

¹⁴ DAZA LESMES, Javier. Evaluación Clínico Funcional del Movimiento Corporal Humano. Bogotá: Panamericana. 2007. 372 p.

¹⁵ Ibíd.; p.261.

¹⁶ NORDIN, Margareta y FRANKEL, Víctor H. Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético. España, 2001. 485 p.

desarrollo, ya que es necesario aportar, por medios alternativos las informaciones que no se pueden obtener a través del sentido de la vista”¹⁷.

Estabilometría: “Conjunto de técnicas de análisis y valoración del equilibrio postural durante el movimiento y la bipedestación, eficaces como pruebas complementarias al diagnóstico clínico”¹⁸.

Fase de soporte o apoyo: “corresponde al 60-62% del ciclo de marcha y comprende 5 fases: contacto inicial, respuesta a la carga, soporte medio, soporte terminal y prebalanceo”¹⁹.

Fase de balanceo: “corresponde al 38-40% del ciclo de marcha y comprende 3 fases: Balanceo inicial, medio y terminal”²⁰.

Marcha humana: “es una tarea funcional que requiere interacciones complejas y coordinación entre la mayoría de las grandes articulaciones del cuerpo, particularmente de las extremidades inferiores”²¹.

“La marcha es más o menos simétrica con respecto al movimiento angular de las principales articulaciones, a los patrones de activación muscular, al comportamiento en carga de las extremidades inferiores y como resultado es eficiente trasladando el centro de gravedad del cuerpo en todas las direcciones de locomoción”²².

Postura: “consiste en la distribución de la masa corporal en relación con la gravedad, sobre una base de sostén”²³.

¹⁷ CASTEJÓN COSTA, Juan L. NAVAS MARTÍNEZ, Leandro. Unas Bases Psicológicas de la Educación Especial. San Vicente (Alicante): Editorial Club Universitario, 2009. 333 p.

¹⁸ IZQUIERDO, Miguel. Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana, 2008. 769 p.

¹⁹ DAZA LESMES, Javier. Op. cit., p. 261.

²⁰ Ibíd. p. 262

²¹ NORDIN, Margareta y FRANKEL, Víctor H. Op. cit. p.453

²² Ibíd. p. 454

²³ CHATOW, Leon y WALKER DE LAN, Judith. APLICACIÓN CLÍNICA DE LAS TÉCNICAS NEUROMUSCULARES. Extremidades Inferiores. Barcelona. Paidotribo, 2007. 600 p. Tomo II.

Rango de movimiento: “Es el arco de movimiento a través del cual pasa una articulación. El arco de movimiento pasivo, es arco de movimiento a través del cual la articulación pasa cuando una fuerza exterior la moviliza. El rango de movimiento activo, es el arco de movimiento, a través del cual la articulación pasa cuando los músculos que actúan sobre la articulación la mueven”²⁴.

Reacciones de enderezamiento: “son reacciones automáticas que sirven para mantener y restablecer la posición normal en el espacio y la relación con el tronco, junto con la alineación del tronco y los miembros. Se desarrolla en la lactancia y evoluciona mucho hasta los 5 meses de edad”²⁵.

Reacciones de equilibrio: “son reacciones automáticas que sirven para mantener y restablecer el equilibrio durante todas nuestras actividades, especialmente cuando corremos peligro de caernos. Su desarrollo se superpone gradualmente al desarrollo de las reacciones de enderezamiento”²⁶.

Sentido cromático: “capacidad para distinguir colores”²⁷.

Tono postural: “contracción muscular involuntaria de ciertos músculos llamados antigravitatorios necesaria para mantener la bipedestación”²⁸

5.2 MARCO HISTÓRICO

Los patrones de movimiento y los problemas posturales asociados con los déficit parciales de la visión han sido analizados y descritos por Brown y Bour (1986), Hart (1983) y Jan, Robison, Scott y Kinnis (1975).²⁹

²⁴ WILLARD, Helen S. Terapia Ocupacional. 10 ed. Buenos aires. Panamericana. 2008. 371 p.

²⁵ BOBATH, Berta. Hemiplejia del Adulto Evaluación y Tratamiento. 3 ed. Buenos Aires. Panamericana. 2007. 20 p.

²⁶ *Ibíd.* 20 p.

²⁷ FERNANDEZ GONZALEZ, Concepción. Cuidadores. España. Mad, 2005. 100 p.

²⁸ RINCON ARDILA, Olga. Tono Muscular.[diapositiva]. Disponible en internet: <URL: <http://es.scribd.com/doc/23603161/TONO-MUSCULAR>>

²⁹ ARNAIZ, Pilar. Psicomotricidad, ceguera y déficit visuales parciales. En: Deficiencias Visuales y Psicomotricidad: Teoría y Práctica. ONCE. Organización Nacional de Ciegos Españoles. España: ONCE, 1994. P.27-28

“Estos autores explican que en estos sujetos se dan numerosos problemas posturales que tratan de compensar con otros patrones de movimiento, como sucede en el caso de los niños con hipotonía. Estos problemas incluyen además falta de habilidad para contener la cabeza en posición normal, falta de fuerza en la parte que rodea al hombro y en la musculatura abdominal y falta de rotación del tronco y las caderas”.³⁰

Es así como el niño ciego con el fin de compensar estos problemas adopta posturas fijas las cuales le permitan mantenerse en una posición o desplazarse en determinado entorno.

Estos patrones posturales anormales y de movimientos compensatorios producen una serie de trastornos derivados, tales como incapacidad para mantener erguida la cabeza sin elevación de los hombros, hecho que limita las habilidades del niño para girar la cabeza libremente y explorar el entorno visual y auditivo y la excesiva rigidez en la postura, la cual dificulta el desarrollo de un buen balanceo, causando problemas cuando estos sujetos caminan.

Emes interesado en esta situación, decide “llevar a cabo un análisis biomecánico en dos niños ciegos y descubre que no había diferencias marcadas en su modos de caminar, correr y saltar, con los datos que tenía de sujetos videntes, con la excepción de los movimientos de la parte superior del cuerpo”.³¹

Otros autores plantean que en los niños con deficiencias sensitivas visuales “los cambios evolutivos en el control postural están relacionados con la mejora de la integración de la información de los sistemas sensoriales. En este sentido, el control postural en niños se consigue principalmente sobre la base de la información visual”³².

“Sólo alrededor de los 7 años de edad es que existe un período de transición en el que el sistema de control postural ya no es estrictamente dependiente de la visión y se convierte en parte de la información de otros sistemas sensoriales para el

³⁰ *Ibíd.*, p.28.

³¹ MARTÍNEZ ABELLÁN, Rogelio. La Educación Física Adaptada para personas con discapacidad visual: contexto de surgimiento en los EE.UU y evolución histórica. *En*: Revista Iberoamericana de Psicomotricidad y Técnicas Corporales. Mayo, 2002. No. 6.p. 65-82.

³² NAVARRO, A.S. et al. Coordenação motora e equilíbrio não são totalmente desenvolvidos em crianças cegas com sete anos. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, São Paulo, v.62, n.3A, p.654-657, 2004.

control de la postura, suponiendo, a continuación, una estrategia similar a la observada en el funcionamiento del sistema de control postural en los adultos”³³.

Además de esto se realizó un estudio “donde se utilizó un emisor de infrarrojos (OPTOTRAK 3020 ®) situado en el centro de la masa, para examinar la oscilación del cuerpo durante el mantenimiento de la posición vertical estática y el papel de la información visual en el mantenimiento de esta posición. Los resultados sugirieron que ningún cambio drástico en el desarrollo se produce a lo largo de los 2 a 6 años de edad en el control postural necesario para mantener la posición”³⁴.

“Los mismos autores también añaden que el uso de la información visual no parece mejorar significativamente el mantenimiento de esta posición, lo que sugiere que el control postural en niños en este grupo de edad, no depende principalmente de la visión”³⁵.

Por otro lado Arnaiz menciona que los niños ciegos presentan un tono postural bajo, siendo éste insuficiente para adoptar y mantener una postura y unos movimientos normales, lo cual genera una serie de pautas de movimiento atípicas y problemas motrices en partes específicas del cuerpo.

Francisco José Sarasa Olivan e Isaac López Laval plantean que las dificultades motrices que presentan estos niños durante la marcha son: “rigidez, apoyo plano, arrastre de pies, manos adelante, pies separados y manos por delante”.³⁶

En cuanto a las alteraciones del equilibrio se pueden encontrar estudios los cuales investigan “el equilibrio de los niños ciegos utilizando el Examen Neurológico Evolutivo (ENE) de Lefèvre, donde se observó déficit de equilibrio y coordinación apendicular”.³⁷

³³ NAVARRO, R.P.; MILLÁN, R. Inferential functioning in visually impaired children. *Research in Developmental Disabilities*, Baton Rouge, v.28, n.1, p.249–265, 2007.

³⁴ PONTES DE FRANÇA-FREITAS, Maria Luiza, COUTINHO DE ALCÂNTARA GIL, Maria Stella. O desenvolvimento de crianças cegas e de crianças videntes. Septiembre 2012. Disponible en internet: <URL://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502010000300003>. Consultado el 25 de marzo de 2013.

³⁵ *Ibíd.* Consultado el 25 de marzo de 2013

³⁶ SARASA OLIVAN, Francisco José, LÓPEZ LAVAL Isaac. Actividad Física en la Discapacidad Sensorial. En: *Ejercicio Físico y Salud en poblaciones especiales*. Exernet. Madrid: Jaime Narváez, 2011.p.231-247.

³⁷ Navarro AS, Fukujima MM, Fontes SV, Matas SLA, Prado GF. Coordenação motora e equilíbrio não são totalmente desenvolvidos em crianças cegas com 07 anos de idade. *Arq Neuropsiquiatric.* 2004;62(3-A):654-57.

Diferentes test que fueron aplicados para evaluar el equilibrio encontraron una puntuación significativamente menor en dichos test, comparándolos con los sujetos con visión.

“Duehl (1979) descubrió que los deficientes visuales tenían problemas de equilibrio, en comparación con sujetos con visión, y presentaban debilidades en el control de los grupos musculares largos y deficiente postural, además de un equilibrio deficiente en posición estática, andando y desplazándose”³⁸.

Aunque los diversos estudios mencionados y la búsqueda en diferentes bases de datos hacen énfasis en las alteraciones posturales y equilibrio, no hay información la cual mencione la descripción de parámetros cinemáticos específicos los cuales destaquen alteraciones en el proceso de marcha en los niños con deficiencias sensitivas visuales.

5.3 MARCO CONTEXTUAL

MUNICIPIO DE MEDELLÍN. Medellín es la segunda ciudad más importante de Colombia, y capital del departamento de Antioquia; se encuentra ubicada en el centro del Valle de Aburrá, en la Cordillera Central, y está atravesada por el río Medellín. Según el último censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE en el 2001, Medellín cuenta una población de 2.368.282 habitantes, lo que la hace la segunda ciudad más poblada de Colombia.

“Económicamente Medellín es una ciudad que sobresale como uno de los principales centros financieros, industriales, comerciales y de servicios de Colombia, primordialmente en los sectores textil, confecciones, metalmecánico, eléctrico y electrónico, telecomunicaciones, automotriz, alimentos y salud”³⁹.

De igual forma, se identifica por su excelente actividad académica que cuenta con más de 360 programas académicos entre pregrados, tecnologías, especializaciones, maestrías y doctorados. Gracias a esto es reconocida como

³⁸ POZO CRUZ, José. Mejora del equilibrio y los patrones de marcha en pacientes con deficiencia visual: Propuesta de Escala e Intervención. En: Revista Digital EFDeportes.com. Octubre, 2010. N° 149. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd149/equilibrio-en-pacientes-con-deficiencia-visual.htm>. Consultado el 13 marzo de 2013

³⁹ Ibid. Consultado 31 de marzo de 2013

ciudad universitaria y de conocimiento, ya que algunas de las universidades colombianas más importantes se encuentran en Medellín.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO LUIS HERNÁNDEZ BETANCUR DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN.

La Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur, es una entidad oficial, adscrita a la Secretaria de Educación del municipio de Medellín, ubicada en la Calle 87 número 50 AA 21 Núcleo 918, Aranjuez, fue fundada según ordenanza departamental en 1923, iniciando labores 2 años después el 2 de marzo de 1925, hoy en día es una institución con miras hacia la INCLUSIÓN EDUCATIVA, ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD.

“Cuenta con 815 estudiantes matriculados desde preescolar hasta la media así: 399 sordos, 55 ciegos y/o baja visión y 361 sin discapacidad visual o auditiva, pero diagnosticados un 15% con hiperactividad y/o con déficit de atención, el 60% de los estudiantes son de familias disfuncionales, con mucha problemática social y de bajos recursos económicos, ubicados en niveles de sisben 1,2 y 3”⁴⁰.

Durante 76 años la Institución ofreció servicios educativos a niños, niñas, jóvenes y adultos en situación de discapacidad sensorial (ciegos y/o sordos) y apoyo académico a los ciegos y/o con baja visión que estaban integrados en los planteles regulares o a la educación superior; con la constitución política de 1991, se generó un cambio en la educación con la ley 115 de 1994 y en su reglamentación desaparece la educación especial, promoviendo políticas de inclusión, equidad, diversidad, educación para todos.

Esta institución ha sufrido muchos cambios durante los últimos 8 años, pasó de ser escuela a colegio con atención a la población adulta limitada visual con programas de: rehabilitación y patología asociada; complementación académica para los estudiantes integrados en otros colegios, se cancelaron los talleres de formación laboral para los sordos y los programas de patologías asociadas y rehabilitación para los limitados visuales quedando estos sin ninguna atención.

La ley convierte al colegio Francisco Luis en integrador ofreciendo preescolar, primaria y bachillerato para sordos, igualmente para escolares oyentes-videntes integrados con estudiantes en situación de discapacidad visual y auditiva; se crea

⁴⁰ Practica Pedagógica Instituto Universitario de Educación Física. Disponible en internet: <URL <http://practicaiuef.blogspot.com/2009/03/institucion-educativa-francisco-luis.html>>. Consultado 31 de marzo de 2013

el aula de Aceleración del Aprendizaje para estudiantes en extraedad y un aula multi-gradual para sordos

En la actualidad la institución cuenta con programas para el desarrollo de las habilidades de los niños ciegos tales como: deportes sin límites, programa que es respaldado por el INDER, que incluye actividades tales como natación y educación física. Además de esto se encuentra el club Delva donde practican deportes como el atletismo, natación, ajedrez y gosvol.

5.4 MARCO LEGAL

El marco legal permite destacar las leyes que cobijan a las personas en situación de discapacidad. En Colombia estas leyes establecen los derechos y deberes de este tipo de población, por tanto es necesario el conocer cada de sus parámetros con el fin de orientar cualquier tipo de intervención a esta población, lo cual permite un acercamiento asertivo al grupo investigado.

En este sentido la **ley 361 de 1997** (ley de discapacidad) establece los mecanismos de integración social de las personas con limitación. Esta disposición normativa puntualiza diversos aspectos obligaciones y responsabilidades del estado en sus diferentes niveles para que la persona que se encuentra en situación de discapacidad puedan alcanzar su completa realización personal y su total integración social.

La ley de discapacidad se ocupa de asuntos tales como prevención, educación, rehabilitación, integración laboral, bienestar social, y accesibilidad. De estos títulos de la ley de discapacidad en Colombia vale la pena destacar los siguientes:

DE LA PREVENCIÓN, LA EDUCACIÓN Y LA REHABILITACIÓN.

El artículo 7o. habla de la medida preventiva que algunas entidades gubernamentales y privadas deberán tomar para disminuir o eliminar las circunstancias causantes de la limitación, evitando consecuencias físicas y psicosociales posteriores que pueden llevar a la minusvalía.

En este artículo también se incluyen las medidas de apoyos, “diagnóstico de deficiencia, discapacidad y minusvalía y las acciones terapéuticas

correspondientes realizadas por profesionales especializados en el campo médico, de la enfermería y terapéutico”⁴¹.

El artículo 8 es de gran importancia mencionar ya que este se refiera a que todos los profesionales independientemente de área donde se desarrolle, deberán incluir en sus currículos temáticas la atención y prevención de las enfermedades y demás causas de limitación y minusvalías.

Por otra parte el artículo 9 de esta ley en la que el Gobierno Nacional a través de los Ministerios de Salud, Trabajo y Educación, deberá implementar entre sus planes y programas, el desarrollo de un Plan Nacional de Prevención con el fin de disminuir en lo posible las condiciones causantes de limitación y a la atención de sus consecuencias.

DE LA REHABILITACIÓN.

En el artículo 18 se plantea que todas aquellas personas que presente una limitación y es que esta limitaciones disminuya sus capacidades de integrarse de forma normal en la sociedad, tendrá derecho a recibir niveles de funcionamiento psíquico, físico, fisiológico, ocupacional y social, con el fin de optimizar sus capacidades.

Los medios que ofrece el gobierno Nacional para mejorar sus capacidades son el servicio de rehabilitación integral, en términos de readaptación funcional, rehabilitación profesional y para que en general cuenten con los elementos que les permitan mejorar su realización personal.

El artículo 21, se refiere a que la Consejería Presidencial promoverá que todas las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales del país deberán ayudar con la realización de proyectos para mejorar el proceso de educación, capacitación o rehabilitación, de las personas en situación de discapacidad suministrándoles los equipos y ayudas especiales necesarias para cumplir con éxitos sus procesos realización personal y física.

⁴¹ COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 361. (7, febrero, de 1997). por la cual se establecen mecanismos de integración social de la personas con limitación y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogota. D.C. 1997. No. 42978.p. 1

ELIMINACIÓN DE BARRERAS ARQUITECTÓNICAS

Este título hace alusión a que todo sitio abierto y público deberá reservar un espacio para que sea transitado exclusivamente por personas con discapacidad y su acompañante. Cumpliendo con los siguientes requisitos:

Estar delimitado y señalizado; garantizar la visibilidad, la audición; contar con una superficie acorde a la magnitud del espectáculo; garantizar zonas de emergencia y de servicios sanitarios, así como facilidades de acceso y egreso, tanto desde la entrada como hacia las salidas; colocar espacios localizados para personas en silla de ruedas.

Otra ley que es importante mencionar es la **ley 368 de 1997** por la cual se crea la red de solidaridad social, esta determina que dentro de las funciones de está adelantar y coordinar programas, para las personas con discapacidad física y mentales; puedan mejorar su condiciones de salud y bienestar social.

Es importante destacar en este marco legal la **ley 528 de 1999** en su artículo 3 que habla sobre el del ejercicio de la profesión de fisioterapia y menciona lo siguiente:

Desde la fisioterapia se desarrollan actividades tales como:

“Diseño, ejecución y dirección de investigación científica, disciplinar o interdisciplinar, destinada a la renovación o construcción de conocimiento que contribuya a la comprensión de su objeto de estudio y al desarrollo de su quehacer profesional, desde la perspectiva de las ciencias naturales y sociales”⁴².

“Diseño, ejecución, dirección y control de programas de intervención fisioterapéutica para: la promoción de la salud y el bienestar cinético, la prevención de las deficiencias, limitaciones funcionales, discapacidades y cambios en la condición física en individuos y comunidades en riesgo, la recuperación de los sistemas esenciales para el movimiento humano y la participación en procesos interdisciplinarios de habilitación y rehabilitación integral”⁴³.

⁴² COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 528. (14, septiembre, 1999). Por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de fisioterapia, se dictan normas en materia de ética profesional y otras disposiciones. Diario oficial. Bogotá D.C. 1999. no. 43.711.p.2.

⁴³ COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 528, ibíd. P.1.

Esta ley es la que nos aprueba para realizar investigación que promuevan el bienestar físico de los individuos y en este caso especial en los niños con discapacidad visual de la institución educativa francisco Luis Hernández Betancur de la ciudad de Medellín, con el fin de mejorar las condiciones de salud y promover el mejor desempeño de esta población en la sociedad.

Todas leyes mencionadas anteriormente son importante para elaboración de esta monografía, sin embargo no se encuentra estipulado puntualmente una ley que señale cada uno de los derecho y deberes de las personas con discapacidad sensitiva visual, por esto se mencionó lo más relevante de la ley de discapacidad en Colombia.

5.5 MARCO TEÓRICO

5.5.1 Marcha humana. La marcha bipodal, se ha definido de diferentes maneras a lo largo de la historia. Se ha denominado como una sucesión de pasos, como la forma de locomoción bípeda con actividad alternante de los miembros inferiores y mantenimiento del equilibrio dinámico que se caracteriza por una sucesión de doble apoyo y de apoyo unipodal.

Se puede encontrar entonces que la marcha humana se convierte en un proceso aprendido, el cual involucra diferentes tipos de información tanto a nivel exteroceptivo como interoceptivo y su relación, análisis y respuesta generados desde las interacciones dadas en el SNC (Sistema Nervioso Central) hacia la periferia.

El sistema visual se encargara de utilizar los estímulos visuales como un medio para proporcionar información “del entorno, la dirección y velocidad de movimiento del cuerpo; además de diferenciar el movimiento del propio cuerpo, del movimiento de un objeto en el entorno, facilitando así la formación de conceptos tales como la posición, distancia, forma, color, talla y el peso de los objetos”⁴⁴.

El aprendizaje de la marcha se desarrollará en fases sucesivas, encontrándose las siguientes: “a los 8 meses de edad el niño consigue mantenerse en pie unos

⁴⁴ BONATTI, FAS. Desenvolvimento de equipamento de auxílio à visão subnormal. Arq Bras Oftalmol 2006; 69(2): 221-6.

instantes si se le da las dos manos”⁴⁵, “a los 10 y 15 meses de edad la mayoría de los bebés comienzan a caminar de forma independiente y se puede observar como los niños a menudo experimentan una etapa de crucero antes de caminar de forma independiente.

Esta etapa se refiere al “acto de caminar de lado a lo largo de los muebles y paredes con una o dos manos sobre la superficie de apoyo, esto facilitará en el niño adquirir el proceso de independencia para la marcha de forma temprana”⁴⁶.

“Ahora bien, la forma de marcha que un individuo mantiene en la edad adulta no es alcanzada por el niño hasta los 7-9 años de edad. Antes de esa edad el niño está experimentando con todo su sistema neuro-musculo-esquelético, modificando los desplazamientos que tienen lugar en las diferentes partes de su cuerpo, hasta alcanzar un verdadero control neuronal”⁴⁷.

“La marcha de una persona adulta está caracterizada por una base de sustentación estrecha, movimientos suaves, con oscilaciones mínimas del centro de gravedad y balanceo recíproco de los brazos”⁴⁸.

Cuando se realiza el proceso de marcha en un individuo se pueden presentar dos situaciones esenciales: “la primera, son las fuerzas de reacción del piso que soporta el cuerpo y, la segunda, son los movimientos periódicos de cada pie desde una posición de soporte a una de balanceo en dirección de la progresión”⁴⁹.

Cuando el cuerpo pasa sobre la pierna de soporte se eleva hasta que el pie está directamente por debajo y luego desciende nuevamente cuando el pie queda por detrás del cuerpo. Igualmente en la fase de apoyo en una sola pierna, el cuerpo tiende a desplazarse lateralmente sobre la extremidad”⁵⁰.

⁴⁵ VILADOT VOEGELI, Antonio. Lecciones básicas de Biomecánica del Aparato Locomotor. En: Estudio de la marcha humana. Springer, 2001.p .243

⁴⁶ BROWN J, Carla. Et al. Developmentally Appropriate Orientation and Mobility. Early Intervention Training Center for Infants and toddlers with Visual Impairments. 2004.p.34

⁴⁷ VILADOT VOEGELI, Antonio. Op cit. p.243

⁴⁸ SALINAS DÚRAN, Fabio. La Marcha Humana. Departamento de Medicina física y Rehabilitación. Universidad de Antioquia. Medellín.p.2

⁴⁹ Ibíd. .p.1

⁵⁰ Ibíd.; p.1

Este desplazamiento se logra debido a la repetición del llamado ciclo de marcha, “periodo en el que se presentan acciones sucesivas alternas y uniformes, se inicia con un evento específico hasta que se repite en el pie ipsilateral generalmente, se utiliza el contacto inicial para una descripción de inicio y su culminación”⁵¹.

En este ciclo se presenta dos fases, una de apoyo y otra de balanceo: durante la fase de apoyo de la marcha normal, el talón del pie es el que primero realiza el contacto con el piso, mientras que los dedos o la punta, constituyen el último punto de contacto; de tal forma que el choque del talón y el despegue de los dedos definen la fase de apoyo de la marcha.

Esta fase representa el “60% del ciclo de la marcha, comienza y termina con un período de tiempo en el cual ambos pies están en contacto con el piso y el peso corporal está siendo transferido de un pie a otro - fase de doble apoyo-. El 40% del tiempo se emplea en esta fase de doble apoyo en las extremidades y el 10% de apoyo sencillo en cada uno de los pies”⁵².

Por otra parte la fase de balance es definida como “el tiempo durante el cual la extremidad inferior permanece en el aire y avanza hacia adelante, el pie pierde el contacto con el piso y se presentan una serie de mecanismos para ajustar la longitud de la extremidad inferior que avanza, representando el 40% restante del ciclo de la marcha”⁵³.

La fase de balanceo puede ser dividida en dos: una de aceleración durante la cual la flexión activa de la cadera avanza el muslo y una de desaceleración en la cual la inercia suele ser suficiente para mantener la progresión de la extremidad.

Un ciclo completo de la marcha se puede definir también en términos de tres tareas funcionales: la primera tarea es aceptar el peso, el cual se presenta en la fase de apoyo, en “las fases de contacto inicial momento en el cual el pie toca el suelo- y respuesta de carga -el pie hace contacto completo con el piso y el peso corporal le es transmitido-. La demanda que se le ejerce a una extremidad cuando se le transfiere el peso corporal requiere que logre estabilizar la extremidad, amortiguar el choque y preservar el momento de progresión”⁵⁴.

⁵¹ DAZA LEMEZ, Javier. Evaluación- Clínico Funcional del Movimiento Corporal Humano. Bogotá D.C Panamericana. 2007. 260 p.

⁵² SALINAS DÚRAN, Fabio. Op cit. p 5.

⁵³ DAZA LEMEZ, Javier. Op cit. p 260.

⁵⁴ SALINAS DÚRAN, Fabio. Op cit. p 6.

La segunda tarea es sostener una extremidad mientras que la contralateral hace el balanceo, todo el peso corporal es mantenido de manera exclusiva por la extremidad de apoyo, realizando la progresión hacia adelante del peso corporal.

La tercera tarea es avanzar una extremidad, “al levantarse del piso la extremidad avanza hacia adelante y se coloca en una posición adecuada en preparación para el próximo apoyo”⁵⁵.

Durante la marcha normal el centro de gravedad se mueve hacia arriba y hacia abajo conforme como se mueve hacia adelante. “El punto más alto se produce cuando la extremidad que carga el peso está en el centro de su fase de apoyo; el punto más bajo ocurre en el momento del apoyo doble, cuando ambos pies están en contacto con el suelo”⁵⁶.

Es así como este desplazamiento está controlado por las contracciones excéntricas, concéntricas e isométricas de los diferentes grupos musculares que constituyen a los miembros inferiores.

La marcha humana es más eficaz en la medida que se consiga el menor desplazamiento del centro de gravedad del cuerpo, “el cual se localiza por delante del cuerpo vertebral S1. Para ello se requieren 6 determinantes: la rotación pélvica, la inclinación pélvica (Trendelenburg), la flexión de la rodilla en fase de apoyo, los mecanismos de flexión y extensión del tobillo, la rotación de la rodilla, el tobillo y el pie, y el desplazamiento lateral de la pelvis”⁵⁷.

De los seis determinantes de la marcha, tres brindan ventajas mecánicas que limitan el desplazamiento vertical del centro de masa; uno de ellos es la “**Rotación pélvica** que se evidencia con cada paso, el lado del cuerpo que acompaña a la extremidad que hace el balanceo, rota hacia delante unos 4° en cada lado para un total de 8°. Reduciendo el descenso del centro de gravedad en la fase de apoyo doble y aumentando la longitud del paso al mover hacia adelante la cadera”⁵⁸.

⁵⁵ *Ibíd.*, p 6.

⁵⁶ ACOSTA, Patricia. Biomecánica de la Marcha. Universidad de Santander. Disponible en: <http://fisiointegracion.files.wordpress.com/2010/05/biomecanica-marcha.pdf>. Consultado el 26 de febrero de 2013

⁵⁷ SALINAS DÚRAN, Fabio. Op cit. p 7 .

⁵⁸ *Ibíd.* p7.

La inclinación de la pelvis es otro determinante en la marcha normal ya que la “pelvis desciende alternativamente, primero alrededor de una articulación de la cadera y luego de la otra. El desplazamiento desde la horizontal es muy ligero y, generalmente, no pasa de los 5°. En la posición de pie esto es un signo positivo de Trendelenburg; en la marcha es una característica normal que sirve para reducir la elevación del centro de gravedad”⁵⁹.

Otra de las características o determinantes que influyen al centro de gravedad durante la marcha, es la **flexión de rodilla** que ocurre durante “la fase de apoyo luego del choque del talón, la flexión es de unos 15° y también mejora la eficiencia de la marcha al disminuir la elevación del cuerpo en la fase media de apoyo en 1.1 cm. La rodilla también se encarga de absorber parte del impacto del talón contra el piso, por medio de la contracción excéntrica del cuádriceps”⁶⁰.

De esta manera los tres elementos anteriormente mencionados actúan disminuyendo el desplazamiento vertical del centro de masa del cuerpo.

La rodilla, el tobillo y el pie forman un mecanismo, los cuales trabajan juntos para controlar el movimiento del centro de gravedad y propulsar el cuerpo hacia adelante.

“En el momento del golpe de talón, ocurre una plantiflexión en el tobillo para colocar el pie plantigrado y una flexión leve de la rodilla controladas por la contracción excéntrica de los músculos tibial anterior y cuádriceps respectivamente, las cuales suavizan la curva en descenso de la pelvis”⁶¹.

Después de la fase media de apoyo, la rodilla se extiende y el tobillo realiza una plantiflexión, por la contracción de los gastrocnemios o tríceps sural lo cual recupera la longitud de la extremidad y disminuye la caída de la pelvis de la extremidad opuesta que iniciará la fase de apoyo. Los movimientos del pie y el tobillo por lo tanto facilitan el desplazamiento del centro de gravedad, manteniéndolo relativamente horizontal durante la fase de apoyo”⁶².

⁵⁹ ACOSTA, Patricia. Op cit p 8.

⁶⁰ SALINAS DÚRAN, Fabio. Op cit. p 7

⁶¹ Ibíd. P .8

⁶² Ibíd. p 9.

Cuando se efectúa el desplazamiento lateral del cuerpo, la combinación del varo y el valgo de la rodilla permiten una postura vertical y proximal de las tibias; esto aproxima la base de marcha desde el centro de un talón al otro y reduce el desplazamiento lateral del centro de masa hacia cada lado.

La amplitud de la marcha se mide desde el centro de un talón al centro del otro talón. “Adicionalmente, la rotación de las piernas y el tronco son componentes importantes para la eficiencia de la marcha, pues el hombro rota en forma contraria a la pelvis, y el balanceo del tronco y el brazo controlan la inercia propia de cada uno de estos segmentos⁶³”.

Dada la alta complejidad de la marcha humana, esta no se describe solo por ciclos determinantes o mecanismos descritos anteriormente, sino que presenta unas fases las cuales ayudan a describirla de forma más completa.

Estas fases de marcha incluyen: el contacto inicial, la respuesta a la carga, el apoyo medio, el apoyo terminal, el prebalanceo, balanceo inicial, balanceo medio y balanceo terminal. El período de apoyo está formado por las cinco primeras fases mientras que el de balanceo por las tres últimas.

El Contacto inicial se presenta cuando “el pie se adelanta y hace contacto con el piso, de este modo la extremidad cierra la cadena cinética, pues el pie constituye el punto fijo de soporte para que el resto del cuerpo comience a desplazarse hacia adelante. Normalmente la región de impacto es el talón, por esta razón, se le considera la fase para registrar el inicio y la culminación de un ciclo de la marcha⁶⁴”.

En la Respuesta de Carga con el fin de absorber el impacto de la fuerza de carga y mantener el momento de desplazamiento hacia adelante, los músculos pretibiales, por medio de una contracción excéntrica regulan la plantiflexión del pie. Durante la respuesta de carga los extensores de la cadera absorben el choque alrededor de esta articulación. El control de la desviación medio lateral está dado por los aductores de la cadera cuando el peso del cuerpo es soportado en la fase de apoyo⁶⁵.

⁶³ *Ibíd.* p 10.

⁶⁴ DAZA LEMEZ, Javier. *Op cit.* p 261.

⁶⁵ SALINAS DÚRAN, Fabio. *Op cit.* p 7

La fase de apoyo medio va desde el despegue de la pierna contralateral hasta el instante en que el talón de la pierna de apoyo se despega del suelo. “El tobillo se encuentra plano sobre el suelo y el movimiento que se realiza es de flexión dorsal al alcanzar la tibia hacia adelante; este movimiento está controlado excéntricamente por el soleo. La rodilla acaba el movimiento de flexión que había empezado y se inicia el movimiento de extensión que estabilizara todo el miembro inferior”⁶⁶.

Durante el Apoyo terminal “el cuerpo se encuentra alineado con la cabeza de los metatarsianos, el talón se levanta para desplazar el peso hacia los dedos, y transferir la carga al pie contralateral el cual entra en contacto con el piso; este intervalo se conoce como soporte o apoyo terminal y comprende del 30 al 50% de la marcha”⁶⁷.

En el Balanceo Inicial “la acción de los músculos pretibiales y el extensor largo de los dedos comienzan a levantar el pie y el tobillo para permitirle el despeje necesario sobre el piso. Además la rodilla se flexiona hasta 60° gracias a la acción de los flexores, especialmente la porción corta del bíceps crural; La cadera se flexiona 20° por la acción del íliaco, el gracilis (Recto interno) y el sartorio”⁶⁸.

La fase de Balanceo Medio “se inicia con la flexión máxima de la rodilla y culmina con la tibia, la cual se orienta verticalmente”⁶⁹. “La rodilla se extiende lo cual favorece el avance de la tibia mientras el tobillo hace dorsiflexión. La función de los flexores de cadera cesa y se activan los isquiotibiales para desacelerar el muslo”⁷⁰.

Cuando se ejecuta el Balanceo Terminal “se realiza la desaceleración de la pierna que se mueve rápidamente cuando se acerca al final del intervalo”⁷¹. La musculatura tibial se contrae para colocar el pie en una posición correcta para el contacto inicial. “Además el cuádriceps extiende la rodilla por medio de una contracción concéntrica y asistido por la rotación pélvica se produce un paso de

⁶⁶ MIRALLES MARRERO, Rodrigo C. Valoración del daño corporal en el aparato locomotor. Barcelona España Masson. 2001. P 22.

⁶⁷ DAZA LEMEZ, Javier. Op cit. p 262.

⁶⁸ SALINAS DÚRAN, Fabio. Op cit. p 14.

⁶⁹ MIRALLES MARRERO, Rodrigo C. op cit. 262 p.

⁷⁰ SALINAS DÚRAN, Fabio. Op cit. p 14

⁷¹ ACOSTA, Patricia. Op cit p 6.

longitud completa. La contracción excéntrica del glúteo mayor y los isquiotibiales desacelera la flexión del muslo”⁷².

En conclusión la marcha bípeda normal se logra debido a la combinación de componentes posturales automáticos y voluntarios; los cuales requieren de la estabilidad la cual provee un soporte antigravitatorio del peso corporal, de la movilidad y del control secuencial motor de diferentes segmentos mientras se transfiere el peso del cuerpo de una extremidad a otra.

Cuando se conoce detalladamente cada uno de los principios básicos de la marcha, es posible entonces diferenciar lo normal de las alteraciones patológicas o compensatorias de la marcha humana.

5.5.2 La marcha en niños con deficiencia sensitiva visual. “En condiciones normales, los órganos de la visión aportan el 85% de los estímulos enviados al cerebro para realizar el aprendizaje y desarrollo de la locomoción y movilidad”⁷³.

Es por tanto como durante el desarrollo del niño, el sistema motor estará influenciado por una variedad de mecanismos: el visual, táctil y auditivo. Donde las posturas corporales se modificaran con el fin de adaptarse a las complejas adquisiciones sensoriomotoras.

“La falta de control visual y de auto-corrección postural hace que el sistema nervioso central se ajuste a través de otros mecanismos, tales como el sistema propioceptivo, sistema vestibular, y cerebelo”⁷⁴.

Es así como se puede encontrar que en ocasiones el grado de discapacidad o factores externos como el entorno físico y social no puedan proporcionar la información necesaria lo cual genera problemas en la coordinación y en el desarrollo psicomotor.

⁷² SALINAS DÚRAN, Fabio. Op cit. p 15

⁷³ CERQUEIRA, EC. Contribuição para o desenvolvimento dos aspectos educativos do Plano de Oftalmologia Sanitária Escolar: Secretaria do Estado dos Negócios da Educação. São Paulo: Imprensa

Oficial do Estado de São Paulo; 1974.

⁷⁴ Motta MP. Atividades da Vida Diária: Importante Instrumento na habilitação do deficiente visual. O Mundo da Saúde; 2001. v 25, n 4, out / dez

En un estudio realizado sobre los patrones de desarrollo de los niños con discapacidades visuales, se encontró que la “edad promedio para caminar sin ayuda (10 pies) de los niños con discapacidad visual fue de aproximadamente 18 meses. Sin embargo, los niños con deficiencias visuales y discapacidades adicionales caminaron sin ayuda aproximadamente a los 26 meses”⁷⁵.

“Tröster et al. (1994) observaron que los niños nacidos a término que son ciegos caminaban 10 pies sin apoyo a los 18 meses de edad, mientras que los niños que son ciegos y nacieron de forma prematura caminaron sin apoyo a los 30 meses”⁷⁶.

Cuando el niño ciego comienza su proceso de marcha de forma independiente se podrán observar cambios a nivel de patrones posturales, alteraciones en el equilibrio y proceso de marcha derivadas de su deficiencia visual.

La importancia de la visión para el control postural depende de la eficiencia de este sistema de detección, el cual a través de cambios en el flujo óptico, puede percibir el movimiento corporal en un entorno particular.

Además de este sistema el cuerpo obtiene información a partir de otros estímulos sensoriales, derivados del sistema vestibular, propiceptivo y somatosensorial, los cuales se integran con el fin de lograr un control postural eficaz y de esta manera proporcionar una representación exacta de la posición corporal.

Cualquier interferencia en estos sistemas conducen al desarrollo de mecanismos de adaptación los cuales permiten disminuir los efectos de la deficiencia visual. Es entonces como estos mecanismos de adaptación generaran alteraciones posturales las cuales han sido documentadas en diversos estudios.

Un estudio realizado en la “Asociación de Ciegos del Estado de Piauí, ciudad Teresina-Brasil, - ACEP, en el 2006 a deficientes visuales con edades comprendidas entre los 20-35 años arrojó que todos los discapacitados visuales sometidos a la evaluación postural presentaron un déficit en su desarrollo postural”⁷⁷.

⁷⁵ BROWN J, Carla. Et al. Developmentally Appropriate Orientation and Mobility. Early Intevention Training Center for Infants and toddlers with Visual Impairments. 2004.p.33

⁷⁶ Ibíd. p. 33

⁷⁷ NAPOLEÃO DO REGO ROCHA, Maria Clara. Et al. Análise das Principais Alterações Posturais encontradas em Portadores de Deficiência Visual. p. 3 Disponible en:

“El cambio más relevante observado en los pacientes evaluados se situó a nivel de la región cervical, donde se observó un 60% de hiper-cifosis dorsal y protuberancia de la cabeza en el 90% de los pacientes. La pelvis se encontraba en anteversión en el 90% de los casos, y el abdomen flácido 50%. En la columna vertebral observada en el plano sagital, se encontró hiper-cifosis torácica en el 60% de los casos e hiper-lordosis lumbar en un 40%. En la evaluación de la rodilla se observó en el 70% de los pacientes rodillas en varo y recurvatum”⁷⁸.

“Según Simprini y Braccialli, las personas con discapacidad visual generan adaptaciones posturales en el posicionamiento de la cabeza, aumento de la cifosis dorsal, exacerbación de la lordosis lumbar, rotación e inclinación de la cabeza hacia un lado, flacidez abdominal y alteración de la conciencia corporal”⁷⁹.

En lo que respecta a la marcha y el movimiento de los niños con deficiencias sensitivas visuales se destaca que estos niños “compensan la falta de estabilidad en los hombros elevándolos y estirándolos dado que se mueve en contra de la gravedad”⁸⁰. “Campello en 2002 destaca como los niños con deficiencia visual extienden sus brazos, como medio de protección”⁸¹.

Arnaiz también menciona que en ocasiones se observa una posición de guardia alta en los brazos acompañada de una aducción de escapula, esto con el fin de aumentar la estabilidad de la cintura escapular.

“Debido a la ausencia de fuerza abdominal, falta de estabilidad en la pelvis y falta de fuerza en las extremidades inferiores, el niño ciego obtiene una base de apoyo amplia separando las piernas del cuerpo y girando las rodillas hacia fuera, al igual que los pies”⁸². Lo cual coincide con la información obtenida sobre la evaluación postural hecha en la “Asociación de Ciegos del Estado de Piauí (Brasil)- ACEP, en el 2006.

http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC0673_02_O.pdf. Consultado el 26 de marzo de 2013

⁷⁸ Ibid. p. 3

⁷⁹ Simprini R, Braccialli LP. Influência do sistema sensorio-motor na manutenção da postura estática em indivíduos cegos. Rev Neuropsiq da Inf e Adol 1998;6(1):26-38.

⁸⁰ MARTÍNEZ EGEA, José Rubén. Intervención educativa en el área de educación física con alumnos con discapacidad visual. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd129/educacion-fisica-con-alumnos-con-discapacidad-visual.htm>. Consultado el 7 de julio del 2012

⁸¹ BESTILLEIRO LOPES, Marcia Caires, et al. Avaliação e tratamento fisioterapêutico das alterações motoras presentes em crianças deficientes visuais. En: Revista Brasileira de Oftalmologia, 2004. p.16

⁸² Ibid. Consultado el 7 de julio del 2012

“Los componentes del Movimiento que pueden ser difícil para los niños con deficiencias visuales incluyen la capacidad de mantener el equilibrio durante el movimiento, la capacidad de cambiar el peso, la rotación y la contrarrotación y la estabilidad postural (Brown & Bour, 1986; Tröster y Brambring, 1993; Tröster et al, 1994)”⁸³.

Además de esto se pueden observar alteraciones en los movimiento de cabeza y rotación del tronco ya que los niños con deficiencia visual suelen no estar motivados en girar la cabeza para mirar el medio ambiente o a sus padres (Adelson y Fraiberg, 1976;. Sonksen et al, 1984).

Tröster y Brambring mencionan que los niños que son ciegos totales no se ven en la necesidad de buscar los objetos, lo que genera una disminución de los movimientos de rotación de la cabeza y el posicionamiento de esta en diferentes planos.

“En consecuencia, hay menos oportunidades para que los niños se adapten a los cambio de peso y practiquen movimientos de rotación (Bly, 1994)”⁸⁴, los cuales se verán afectados, generando así una disminución en la información a nivel vestibular, con las consecuentes alteraciones sobre el equilibrio.

Los niños con discapacidad visual pueden mantener posiciones estables sin girar el cuerpo para buscar los objetos. Es así como si un objeto se encuentra a su lado izquierdo él lo buscara con la mano izquierda o si está a su derecha lo buscara con su mano derecha. “Esta falta de búsqueda combinada visual y la rotación de la cabeza pueden afectar el desarrollo de patrones de rotación, la conciencia de línea media, y el uso de mano bilateral (Brown & Bour, 1986)”⁸⁵.

También se ven afectadas las fases de apoyo del pie ya que los niños con deficiencias visuales no realizan esta fase, sino que hacen el apoyo de este en bloque, lo cual interfiere con la longitud de los pasos, generando en muchas ocasiones que el niño arrastre los pies al andar.

De esta forma se podrá observar como toda la cadena muscular involucrada en el proceso de marcha se modifica, generando un “aumento del tono en los músculos

⁸³ BROWN J, Carla. Op cit. p. 35

⁸⁴ Ibíd. p. 17

⁸⁵ Ibíd. p. 17

paravertebrales y región lumbar en un 64% en los ciegos totales y en un 50% en los individuos con baja visión⁸⁶.

Las deficiencias visuales también parecen interferir en los sistemas de retroalimentación vestibulares y propioceptivos los cuales ayudan a los niños a adaptarse a los cambios de posición a través del desarrollo y uso de las respuestas con el fin de modificar el equilibrio (Precht et al, 2001.; Sonksen et al., 1984).

Brown y Bour (1986) señalaron que debido a que estas reacciones constituyen la base para el mantenimiento del equilibrio, un desarrollo insuficiente de las mismas interfiere con la capacidad de cambiar el peso y girar el cuerpo; lo que a su vez genera que se produzca menos movimiento inhibiendo con ello el desarrollo de patrones más maduros de movimiento.

Además, se pueden ver afectadas la falta de capacidad para moverse dentro y fuera de las posiciones de rotación utilizando el equilibrio. Este patrón se hace evidente en los niños en edad preescolar con discapacidad visual, los cuales se mueven en "planos rectos" para cambiar la posición.

⁸⁶ MEIRA MASCARENHAS, Claudio Henrique. ALTERAÇÕES POSTURAIAS EM DEFICIENTES VISUAIS NO MUNICÍPIO DE JEQUIÉ/BA. Revista Espaço para a Saúde, Londrina, v. 11, n. 1, 2009. p. 4. Disponible en: <http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude/v11n1/alteracao.pdf>. Consultado el 26 de marzo de 2013

CAPITULO 6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISCUSIÓN

6.1 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1.1 Parámetros Espacio-Temporales.

Tabla 3. Parámetros espacio-temporales pacientes estudio y valores sujetos no patológicos (normales)

	Fase de apoyo [%]		fase de Balanceo [%]		Doble apoyo [%]		Cadencia [pasos/min]	Longitud de paso		Longitud Zancada [m]		Ancho de paso [m]		Velocidad [m/s]		Velocidad Media [m/s]
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda		Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
Media	60.71	61.12	39.30	38.89	11.26	11.92	109.63	0.37	0.36	0.81	0.75	0.19	0.16	0.76	0.75	0.63
Desviación	5.40	5.05	5.40	5.05	4.91	5.82	22.56	0.12	0.12	0.27	0.29	0.12	0.03	0.30	0.30	0.25
Valores Normales																
Media	58.50	58.70	41.50	41.30	5.30	5.70	132.63	0.54	0.55	1.09	1.08	0.11	0.11	1.22	1.20	1.21
Desviación	2.10	2.90	0.90	2.90	0.60	0.80	4.32	0.03	0.02	0.07	0.08	0.02	0.03	0.19	0.19	0.16

Al contrastar el patrón de marcha de la población de niños invidentes con población sana (tabla 3), se encontraron pequeñas diferencias en todos los parámetros, acorde a lo que se esperaba para esta población. Estos cambios son estadísticamente significativos debido a que los rangos de los pacientes, superan los rangos de la población normal, sin embargo biomecánicamente son esperados por la dificultad visual de la población estudiada, si bien demuestran diferencias no constituyen un riesgo para los pacientes en relación a su desempeño en la vida diaria.

Con respecto a las fases de la marcha, la relación entre la fase de apoyo y la fase balanceo es directa y complementaria, en los datos obtenidos se encontró que los niños con alteraciones visuales prolongan la fase de apoyo, lo que genera una disminución en la fase de balanceo, esto se explica debido a la exploración del ambiente que continuamente realizan las personas con limitación visual y a la seguridad que les brinda tener el apoyo con el suelo al facilitar la ubicación propioceptiva.

En relación a la fase de doble apoyo se encontró aumentada por encima del 100% (110.72%) respecto a los niños videntes, siendo el doble de lo esperado en nuestra población de estudio, esto se explica debido a que la disminución en otros parámetros como la velocidad, la longitud de la marcha y además el equilibrio ineficiente, hace que los niños ciegos posicionen y mantengan por más tiempo

ambas extremidades en contacto con el suelo, esto con el fin de responder mejor al desplazamiento de la carga antes de iniciar el siguiente paso.

Con relación a la cadencia de la marcha, los niños ciegos presentaron una disminución en la cantidad de pasos por minuto, representada en 22.997 pasos menos, lo que equivale al 17,34% respecto a la media de normales. Las variables longitud de paso y de zancada también se hallaron disminuidas

Por el contrario el ancho de paso se encontró aumentado, con una diferencia de 7 cm aproximadamente, equivalente al 59.09%, esto se explica por las alteraciones del equilibrio y la estabilidad.

La velocidad por extremidad y en promedio (avance de los sujetos de prueba) se encontró disminuida en un 47.93% respecto a la normalidad, lo cual se explica por la falta de familiaridad con el espacio (laboratorio) y ante la necesidad de caminar con mayor confianza por la falta de visión se tiende a disminuir la velocidad.

6.1.2 Simetría de la marcha. Fueron efectuados los análisis de varianza por sexo y por lado (miembro inferior derecho e izquierdo), a continuación se explican las diferencias más significativas, de las cuales la mayoría se encontraron por sexo, solo una de ellas por lateralidad.

Tabla 4. Medias por Mínimos Cuadrados con intervalos de confianza del 95.0%

<i>Variable</i>	<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Lim Inferior</i>	<i>Lim Superior</i>
Velocidad normalizada de la marcha [m/s]	I	20	1.00275	0.0880433	0.824352	1.18114
	D	20	1.01172	0.0880433	0.833331	1.19012
	F	22	0.755412	0.0837348	0.585749	0.925075
	M	18	1.25906	0.0925724	1.07149	1.44663
Cadencia [pasos/s]	I	20	1.84182	0.0783327	1.68311	2.00054
	D	20	1.84182	0.0783327	1.68311	2.00054
	F	22	1.69509	0.0744994	1.54414	1.84604
	M	18	1.98856	0.0823622	1.82167	2.15544
Rotación pélvica media[°]	I	20	-1.70589	0.868662	-3.46597	0.0541883
	D	20	1.60644	0.868662	-0.153643	3.36652

	F	22	0.020072	0.826153	-1.65388	1.69402
	M	18	- 0.119527	0.913346	-1.97015	1.73109
Rango total de flexo extensión de rodilla [°]	I	20	46.3677	2.17362	41.9635	50.7719
	D	20	47.6677	2.17362	43.2635	52.0719
	F	22	42.0909	2.06725	37.9022	46.2796
	M	18	51.9444	2.28544	47.3137	56.5752
Pico de dorsiflexión de tobillo en balanceo [°]	I	20	8.41894	1.15278	6.08318	10.7547
	D	20	9.66894	1.15278	7.33318	12.0047
	F	22	11.4045	1.09637	9.18308	13.626
	M	18	6.68333	1.21208	4.22742	9.13925

VMN: Velocidad normalizada de la marcha [m/s], respaldado por una F de 16.28 (p-value=0.0003) que con respecto a la media global 1.00723, muestra menor velocidad en el sexo femenino, con promedio de 0.755412, en una proporción del 75% contra la media del masculino de 1.25906.

CEP: Cadencia [pasos/s], respaldado por una F de 6.98 (p-value=0.012) que con respecto a la media global 1.84182, muestra menor cadencia en el sexo femenino, con promedio de 1.69509, en una proporción del 85% contra la media del masculino de 1.98856.

RPM: Rotación pélvica media [grados], en este caso con diferencias significativas entre los lados (F= 7.31, p-value=0.0103), que van de valores desde -1.70589 al lado izquierdo, hasta 1.60644 para el lado derecho, o sea de más de 3 grados.

RTFER: Rango total de flexo extensión de rodilla [grados], por sexos (F=10.22, p-value=0.0028), con un menor valor para el sexo femenino 42.0909, contra 51.9444 del sexo masculino.

PDFTEB: Pico de dorsiflexión de tobillo en balanceo [grados], por sexos (F= 8.34, p-value=0.0064) con una gran diferencia promedio mayor del sexo femenino de 11.4045 contra 6.68333 del masculino, en proporción cercana a 60%.

Resumiendo lo anterior las principales diferencias por sexo corresponden a los parámetros de velocidad, cadencia, rango de flexo extensión de rodilla y pico de

dorsiflexión de tobillo en el balanceo, las mujeres presentan disminución en los valores de todas estas variables en un rango mayor con respecto al grupo de los hombres, lo cual evidencia que ellas poseen una marcha mas lenta con un numero de pasos por minuto menor, lo cual les permite alterar además los grados de movimiento en la cadera, la rodilla y el tobillo durante la rotación pélvica, la flexo extensión de rodilla y la dorsiflexión del pie.

Para el resto de variables no se encontró diferencia significativa ni por lado ni por sexo. Se muestran los comportamientos en resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Medias por Mínimos Cuadrados con intervalos de confianza del 95.0%

Variable	Ni ve l	Caso s	Media	Error Est.	Lim Inferior	Lim Superio r
Porcentaje de despegue del pie [%]	I	20	60.9691	1.138 55	58.662 2	63.2761
	D	20	60.5591	1.138 55	58.252 2	62.8661
	F	22	62.2227	1.082 84	60.028 7	64.4168
	M	18	59.3056	1.197 12	56.879 9	61.7312
Inclinación pélvica media [°]	I	20	5.88845	1.422 31	3.0065 7	8.77034
	D	20	6.1089	1.422 31	3.2270 1	8.99079
	F	22	7.51017	1.352 71	4.7693 1	10.251
	M	18	4.48718	1.495 48	1.4570 5	7.51732
Rango Inclinación pélvica [°]	I	20	3.22227	0.199 94	2.8171 6	3.62739
	D	20	3.23227	0.199 94	2.8271 6	3.63739
	F	22	3.00455	0.190 156	2.6192 5	3.38984
	M	18	3.45	0.210 225	3.0240 4	3.87596
Flexión Mínima de Cadera [°]	I	20	-	2.229	-	2.36531

			2.15109		6.66748	
	D	20	-2.81609	2.229	-7.33248	1.70031
	F	22	-0.122727	2.11992	-4.41811	4.17266
	M	18	-4.84444	2.34366	-9.59317	-0.0957192
Rango total de flexo-extensión de Cadera [°]	I	20	33.7032	2.15554	29.3357	38.0708
	D	20	34.7882	2.15554	30.4207	39.1558
	F	22	32.2136	2.05006	28.0598	36.3675
	M	18	36.2778	2.26642	31.6856	40.87
Abducción pico de cadera en balanceo [°]	I	20	-5.37311	0.877896	-7.1519	-3.59432
	D	20	-4.19811	0.877896	-5.9769	-2.41932
	F	22	-3.75455	0.834935	-5.44629	-2.0628
	M	18	-5.81667	0.923056	-7.68696	-3.94637
Rotación media de cadera en apoyo [°]	I	20	4.29658	2.80991	-1.39685	9.99002
	D	20	4.74059	2.80991	-0.952849	10.434
	F	22	5.88187	2.67241	0.467045	11.2967
	M	18	3.1553	2.95446	-2.83101	9.14161
Flexión de rodilla en el contacto inicial [°]	I	20	15.6065	1.75345	12.0537	19.1594
	D	20	14.163	1.75345	10.6102	17.7159

	F	22	15.9545	1.667 64	12.575 6	19.3335
	M	18	13.815	1.843 65	10.079 4	17.5506
Porcentaje del tiempo pico de la flexión de rodilla [%]	I	20	70.529	0.843 944	68.819	72.239
	D	20	70.779	0.843 944	69.069	72.489
	F	22	71.8636	0.802 645	70.237 3	73.49
	M	18	69.4444	0.887 357	67.646 5	71.2424
Pico de dorsiflexión de tobillo en apoyo[°]	I	20	16.7864	0.943 935	14.873 8	18.699
	D	20	17.0414	0.943 935	15.128 8	18.954
	F	22	16.95	0.897 742	15.131	18.769
	M	18	16.8778	0.992 491	14.866 8	18.8888
Ángulo medio de progresión del pie en apoyo[°]	I	20	- 15.4796	2.021 69	- 19.575 9	- 11.3832
	D	20	- 14.5237	2.021 69	-18.62	- 10.4274
	F	22	- 15.8812	1.922 75	- 19.777 1	- 11.9853
	M	18	- 14.1221	2.125 68	- 18.429 1	-9.815
GDI	I	20	85.6841	2.404 59	80.812	90.5563
	D	20	86.7441	2.404 59	81.872	91.6163
	F	22	84.5727	2.286 92	79.939	89.2065
	M	18	87.8556	2.528 29	82.732 7	92.9784
Convenciones	I = Izquierdo, D = Derecho, F = Femenino, M = Masculino					

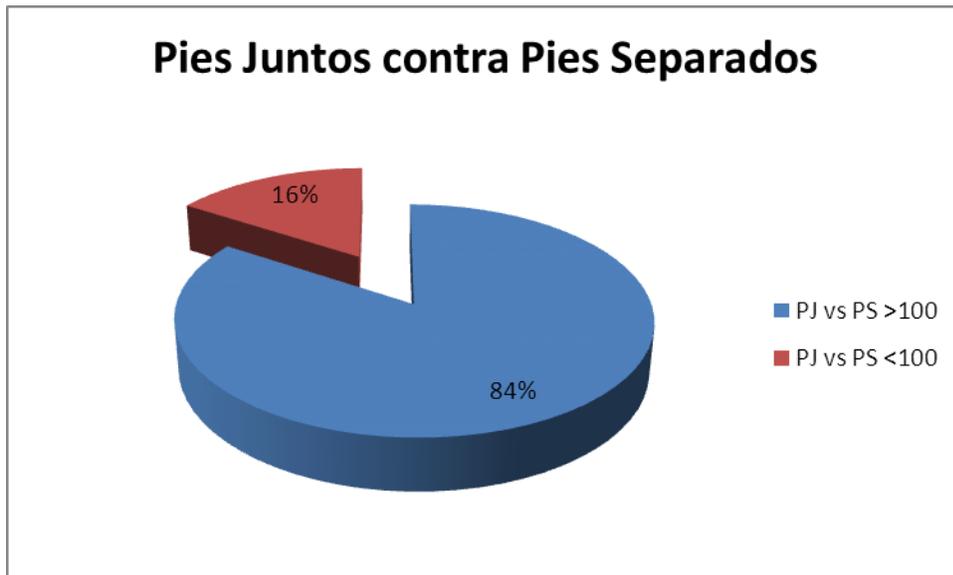
6.1.3 Estabilometría y pruebas de equilibrio. En la tabla 6. Se encuentran las pruebas de 19 de los 20 participantes en el estudio, por problemas con la realización de las 4 pruebas en uno de los invidentes estos datos fueron excluidos, se observa el análisis del coeficiente de Romberg aplicado entre las pruebas de pies juntos contra pies separados y pie izquierdo contra pie derecho.

Romberg	Pies Juntos vs Pies Separados	Pie Izquierdo vs Pie Derecho
1	179.829	97.326
2	62.173	111.649
3	225.545	76.353
4	95.993	112.542
5	158.342	134.331
6	121.395	107.297
7	154.005	46.763
8	166.831	151.784
10	122.517	87.167
11	129.643	160.864
12	111.276	67.266
13	129.123	201.619
14	93.849	109.258
15	246.402	77.107
16	102.396	45.851
17	191.257	130.557
18	165.621	34.503
19	165.206	74.437
20	383.086	190.743
Media	145.816	95.871
Desv. Estandar	71.291	47.023

Tabla 6. Coeficiente de Romberg modificado calculado para las cuatro pruebas de estabilometría, el cual fue calculado así: $\frac{Pies\ Juntos}{Pies\ Separados} \times 100\%$

$$\frac{Pie\ Izquierdo}{Pie\ Derecho} \times 100\%$$

Gráfica 1. Pies juntos contra pies separados.



Muestra el porcentaje de sujetos que están por encima o por debajo de un coeficiente de 100 puntos, comparando las pruebas de pies juntos con pies separados.

La prueba de pies separados es la mejor posición respecto a pararse con los pies juntos para esta población, se aprecia que la mayoría de los invidentes presenta un coeficiente de Romberg mayor a 100. Solo en pocos casos se observa que logran mantener un buen equilibrio con una base de sustentación muy reducida.

Este es un resultado esperado, debido a que los pacientes con estas características (deficiencia de visual) presenten alteraciones del equilibrio y la posición que mayor estabilidad les brinda es aquella en la cual la base de sustentación es mayor.

Gráfica 2. Pie izquierdo contra pie derecho.



Muestra el porcentaje de sujetos que están por encima o por debajo de un coeficiente de 100 puntos, comparando las pruebas donde el pie derecho o izquierdo se encontraba por delante del contralateral.

Como se observa en el gráfico 2, las diferencias son pocas entre el manejo del equilibrio de un pie contra el otro, vemos que un poco más de la mitad de los invidentes, tienen mejor equilibrio utilizando la pierna derecha respecto a la izquierda, lo cual concuerda con su dominancia, sin embargo no es una posición que les permita controlar mejor el balance postural.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7. CONCLUSIONES

Los niños con deficiencias sensitivas visuales presentan cambios significativos en el patrón de marcha, lo cual se evidencia en la alteración de los porcentajes para las distintas fases y en los valores de los parámetros espacio- temporales cotejados con los valores de normalidad, lo anterior permitió afirmar entonces que los niños invidentes son más lentos en la deambulaci3n, dan menos pasos por minuto y a su vez estos son cortos y anchos lo que les ocasiona problemas con el equilibrio y la estabilidad.

Este estudio permiti3 identificar las diferencias existentes en el patr3n de marcha entre ni3os y ni3as con deficiencias sensitivas visuales, siendo las m3s significativas la velocidad, la cadencia, el rango de flexo extensi3n de rodilla y pico de dorsiflexi3n de tobillo en el balanceo para el grupo de las mujeres quienes presentaron una disminuci3n en los valores de todas estas variables en un rango mayor con respecto al grupo de los hombres.

Con relaci3n a los cambios en el equilibrio, la poblaci3n de ni3os con deficiencias sensitivas visuales presenta alteraci3n en el balance postural en todas aquellas posiciones que impliquen disminuci3n de la base de sustentaci3n o equilibrio bipodal con base reducida.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron consecuentes con lo reportado por la literatura internacional, acerca de los cambios posturales y de la marcha en ni3os con deficiencias sensitivas visuales, resaltamos adem3s que este estudio es el 3nico de su clase en poblaci3n Colombiana.

8. RECOMENDACIONES

Continuar con una línea de estudios y proyectos investigativos en la FUMC, orientados al análisis del movimiento corporal humano y la marcha en población con deficiencias sensitivas visuales a lo largo de su ciclo vital (niños, adultos, ancianos).

Efectuar un análisis comparativo de las características y asimetrías del patrón de marcha y cambios en el equilibrio de niños con deficiencias sensitivas visuales y niños videntes de la región.

Si bien los resultados obtenidos en este estudio son consecuentes con lo reportado por la literatura internacional y es el primero en proporcionar datos de la población colombiana, nos parece oportuno sugerir tomar datos en otras regiones del país (estudio múlticéntrico) con el fin de tipificar el patrón de marcha de niños con deficiencias sensitivas visuales en nuestra población (Colombia).

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.1 BIBLIOGRAFÍA

ARNAIZ, Pilar. Psicomotricidad, ceguera y déficit visuales parciales. En: Deficiencias Visuales y Psicomotricidad: Teoría y Práctica. ONCE. Organización Nacional de Ciegos Españoles. España : ONCE, 1994. 201 p.

BESTILLEIRO LOPES, Marcia Caires, et al. Avaliação e tratamento fisioterapêutico das alterações motoras presentes em crianças deficientes visuais. En: Revista Brasileira de Oftalmologia, 2004. 16 p.

BOBATH, Berta. Hemiplejia del Adulto : evaluación y tratamiento. 3ed. Buenos Aires : Medica Panamericana. 2007. 192 p.

CANGELOSI, Daniel. La integración del niño discapacitado visual. Buenos Aires : Noveduc, 2006. 161 p.

CASAJÚS, José Antonio; RODRIGUEZ, Germán Vicente Ejercicio Físico y Salud en Poblaciones Especiales. Exernet. Madrid : Editorial Jaime Narvaez, 2011. 430 p.

CASTEJÓN COSTA, Juan L. NAVAS MARTÍNEZ, Leandro. Unas Bases Psicológicas de la Educación Especial. San Vicente (Alicante) : Editorial Club Universitario, 2009. 333 p.

CERQUEIRA, EC. Contribuição para o desenvolvimento dos aspectos educativos do Plano de Oftalmologia Sanitária Escolar: Secretaria do Estado dos Negócios da Educação. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo; 1974. 212p.

CHATOW, Leon y WALKER DE LAN, Judith. Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares. Extremidades Inferiores. Barcelona : Paidotribo, 2007. 3 Tomos.

DAZA LESMES, Javier. Evaluación Clínico Funcional del Movimiento Corporal Humano. Bogotá : Medica Panamericana. 2007. 372 p.

FERNANDEZ GONZALEZ, Concepción. Cuidadores. España : Editorial MAD, 2005. 242 p.

IZQUIERDO, Miguel. Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte. Buenos Aires : Editorial Medica Panamericana, 2008. 769 p.
MARTÍNEZ, Salvador. Neuroanatomía. Madrid : Medica Panamericana, 2008. 277 p.

MARTÍNEZ ABELLÁN, Rogelio. La Educación Física Adaptada para personas con discapacidad visual: contexto de surgimiento en los EE.UU y evolución histórica. En: Revista Iberoamericana de Psicomotricidad y Técnicas Corporales. Mayo, 2002. No.6 .-82 p

MIRALLES MARRERO, Rodrigo C. Valoración del daño corporal en el aparato locomotor. España : Masson. 2001. 22 p.

NAVARRO, R.P.; MILLÁN, R. Inferential functioning in visually impaired children. En: Research in Developmental Disabilities, Baton Rouge. January, 2007, vol.28, n.1, p. 249–265

NORDIN, Margareta y FRANKEL, Víctor H. Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético. España : McGraw-Hill, 2001. 485 p.

NUÑEZ VIVAS, Ana Isabel. Fundamentos Teóricos de la Educación Física. España : Pila Teleña, 2009. 335 p.

SARASA OLIVAN, Francisco José, LÓPEZ LAVAL Isaac. Actividad Física en la Discapacidad Sensorial. En: Ejercicio Físico y Salud en poblaciones especiales. Exernet. Madrid : Jaime Narváez, 2011. 430 p.

SIMPRINI R, Braccialli LP. Influência do sistema sensório-motor na manutenção da postura estática em indivíduos cegos. En: Rev Neuropsiq da Inf e Adol. 1998;6(1):26-38 p.

VILADOT VOEGELI, Antonio. Lecciones básicas de Biomecánica del Aparato Locomotor. En: Estudio de la marcha humana. Springer, 2001. 243 p.

WILLARD, Helen S. Terapia Ocupacional. 10ed. Buenos aires : Medica Panamericana. 2008. 371 p.

8.2 WEBGRAFIA

ACOSTA, Patricia. Biomecánica de la Marcha. Universidad de Santander. Disponible en: <http://fisiointegracion.files.wordpress.com/2010/05/biomecanica-marcha.pdf>. Consultado el 26 de febrero de 2013

BONATTI, FAS. Desenvolvimento de equipamento de auxílio à visão subnormal. 2006. Disponible en internet: <URL: <http://www.scielo.br/pdf/abo/v69n2/29069.pdf>>. Consultado el 26 de marzo de 2013.

CASTELLANOS, Wilma, et al. CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA SUBC003-08 Instituto Nacional para Ciegos (INCI) Y EL PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO HUMANO (PNDH). Desarrollo Humano de la Población con Limitación Visual por Departamentos. 2008. Disponible en internet: <URL:http://www.inci.gov.co/doc_estadisticas/documento_final_ICV_PLV_6_abril_1.pdf>. Consultado el 26 de marzo de 2013.

La ciudad. Disponible en internet: <URL: <http://medellincomovamos.org/la-ciudad>>. Consultado 31 de marzo de 2013

Practica Pedagógica Instituto Universitario de Educación Física. Disponible en internet: <URL <http://practicaiuef.blogspot.com/2009/03/institucion-educativa-francisco-luis.html>>. Consultado 31 de marzo de 2013

MALINA, Robert. Antropometria. Octubre 2006. Disponible en internet: <URL:<https://www.g-se.com/a/662/antropometria/>>. Consultado el 9 de julio del 2012

MEIRA MASCARENHAS, Claudio Henrique. ALTERAÇÕES POSTURAS EM DEFICIENTES VISUAIS NO MUNICÍPIO DE JEQUIÉ/BA. Revista Espaço para a Saúde, Londrina, v. 11, n. 1, 2009. p. 4. Disponible en: <http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude/v11n1/alteracao.pdf>. Consultado el 26 de marzo de 2013

MOTTA MP. Atividades da Vida Diária: Importante Instrumento na habilitação do deficiente visual. 2001. Disponible en internet: <URL:<http://bases.bireme.br/cgi->

bin/wxislind.exe/iah/online/?!sisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang =p&nextAction=Ink&exprSearch=300806&indexSearch=ID>. Consultado el 26 de marzo de 2013.

NAPOLEÃO DO REGO ROCHA, Maria Clara. Et al. Análise das Principais Alterações Posturais encontradas em Portadores de Deficiência Visual. p. 3 Disponible en: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivosINIC/INIC0673_02_O.pdf . Consultado el 26 de marzo de 2013

NAVARRO, A.S. et al. Coordenação motora e equilíbrio não são totalmente desenvolvidos em crianças cegas com sete anos. 2004. Disponible en internet: <URL:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-282X2004000400016>. Consultado el 26 de marzo de 2013.

Organización mundial de la salud. Ceguera y discapacidad visual. Junio 2012. Disponible en Internet: <URL:<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/index.html>>. Consultado el 7 de julio de 2012.

OYARZO MAURICIO, Claudio Antonio. Desarrollo y validación del instrumento de evaluación y entrenamiento del balance. Comparación del balance bípedo en deportistas y no deportistas. Comparación del balance sedente en sujetos normales y con síndrome de dolor lumbar. Disponible en internet <URL: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/6683/487.pdf?sequence=1>>. Consultado 24 de febrero de 2013

PONTES DE FRANÇA-FREITAS, Maria Luiza, COUTINHO DE ALCÂNTARA GIL, Maria Stella. O desenvolvimento de crianças cegas e de crianças videntes. Septiembre 2012. Disponible en internet: <URL:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502010000300003>. Consultado el 25 de marzo de 2013.

POZO CRUZ, José. Mejora del equilibrio y los patrones de marcha en pacientes con deficiencia visual: Propuesta de Escala e Intervención. En: Revista Digital EFDeportes.com. Octubre, 2010. N° 149. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd149/equilibrio-en-pacientes-con-deficiencia-visual.htm>. Consultado el 13 marzo de 2013

RINCON ARDILA, Olga. Tono Muscular.[diapositiva]. Disponible en internet: <URL: <http://es.scribd.com/doc/23603161/TONO-MUSCULAR>>

USÓN GONZÁLEZ, E. Baja Visión y Rehabilitación Visual: una Alternativa Clínica.
2007. Disponible en internet:
<URL:<http://www.laboratoriossthea.com/archivos/publicaciones/00117.pdf>>
.Consultado el 18 de julio de 2012

8.3 DOCUMENTOS

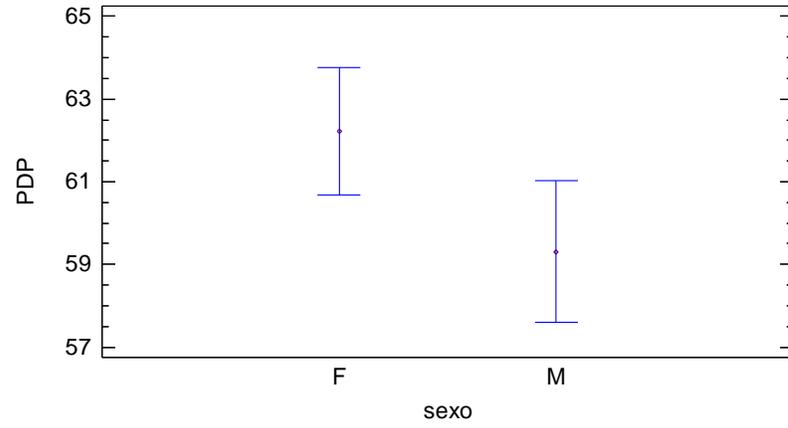
BROWN J, Carla. Et al. Developmentally Appropriate Orientation and Mobility. Early Intervention Training Center for Infants and toddlers with Visual Impairments. 2004.34 p.

SALINAS DÚRAN, Fabio. La Marcha Humana. Departamento de Medicina física y Rehabilitación. Universidad de Antioquia. Medellín.21 p.

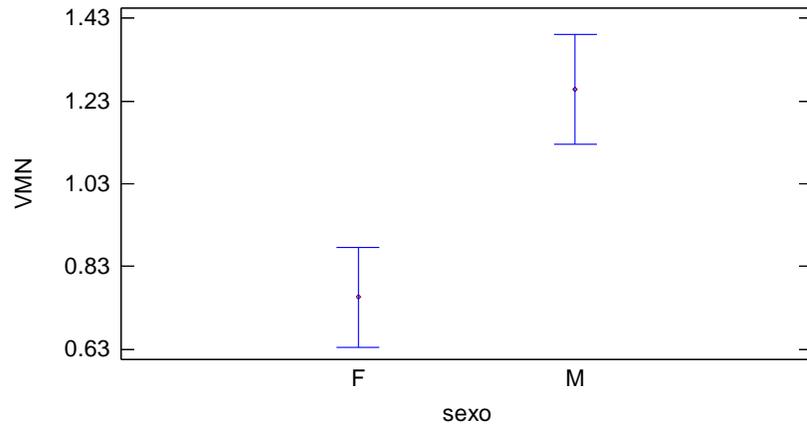
ANEXOS

Anexo 1. GRÁFICAS

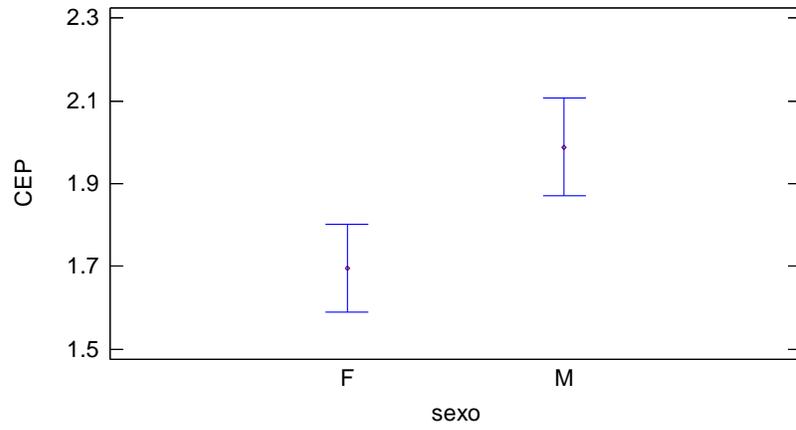
Medias y 95.0% de Fisher LSD



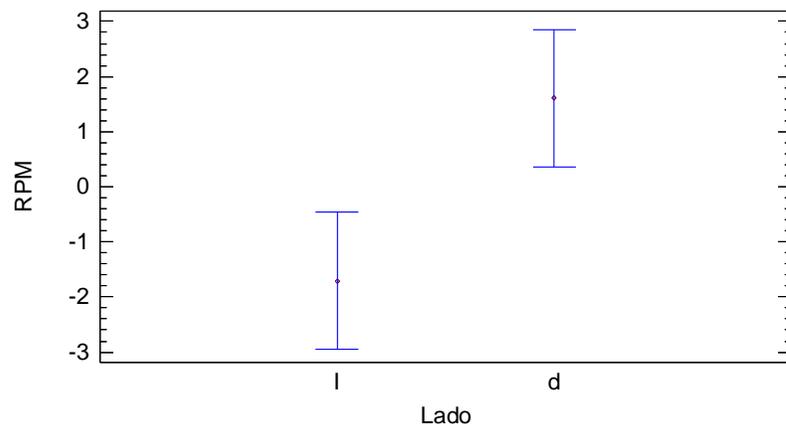
Medias y 95.0% de Fisher LSD



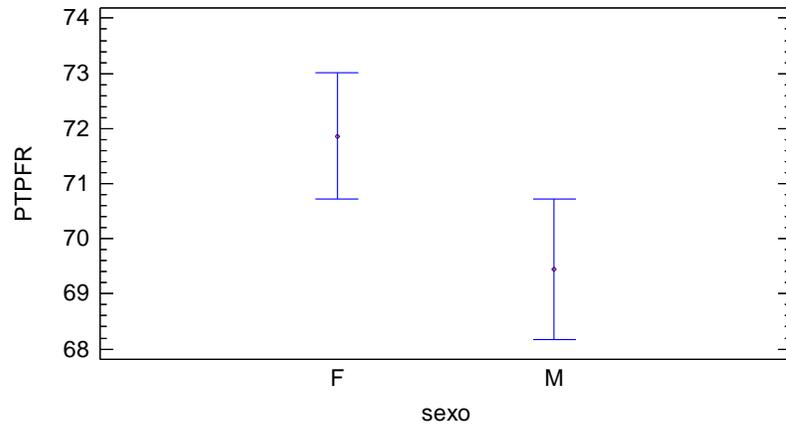
Medias y 95.0% de Fisher LSD



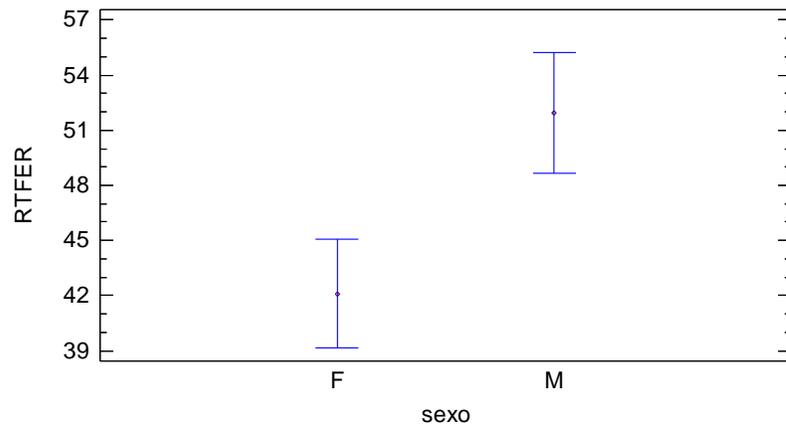
Medias y 95.0% de Fisher LSD



Medias y 95.0% de Fisher LSD



Medias y 95.0% de Fisher LSD



		R	M
		PDFT	CINE
14	pico de dorsiflexion de tobillo en apoyo	EA	M
		PDFT	CINE
15	pico de dorsiflexion de tobillo en balanceo	EB	M
		AMP	CINE
16	ángulo medio de progresion del pie en apoyo	PA	M